

IDRC-Lib-
16128

MARIO KAMENETZKY

INGENIERIA Y TECNOLOGIA A ESCALA

LA INGENIERIA Y LA INDUSTRIA DE PROCESOS
EN ARGENTINA Y MEXICO

1123514
620(8)
K 3

016629

VERSION PRELIMINAR
Buenos Aires, 1975



I N D I C E

	<u>PAG.</u>
COMO SE ORIGINO Y COMO SE ORGANIZO LA INVESTIGACION	i
RESUMEN A MANERA DE PROLOGO	ix
CAP. I - INGENIERIA, CONSULTORIA E INDUSTRIAS DE PROCESOS	1
CONSULTORIA E INGENIERIA	3
INDUSTRIAS DE PROCESO E INGENIERIA DE PROCESOS	13
ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LAS INDUSTRIAS QUIMICAS	25
CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DE UNA INDUSTRIA	
QUIMICA NACIONAL	33
CAP. II - INGENIERIA Y TECNOLOGIA A ESCALA	37
TECNOLOGIA A ESCALA	39
LA DESAGREGACION TECNOLOGICA Y LA PRODUCCION LOCAL	
DE BIENES DE CAPITAL	73
APENDICE 1	85
APENDICE 2	93
APENDICE 3	103
CAP. III - INGENIERIA Y CAMBIO SOCIAL, ROL DEL ESTADO Y DE LA	109
COOPERACION INTERNACIONAL	
FLUJOS TECNOLOGICOS	109
LA COOPERACION INTERNACIONAL	115
EL ESTADO COMO REGULADOR Y COMO PRODUCTOR	123
APENDICE 1	141
CAP. IV - LA INGENIERIA Y LA INDUSTRIA DE PROCESOS EN ARGENTINA	145
CONDICIONES EN QUE SE EFECTUO EL CRECIMIENTO DE LA	
INDUSTRIA QUIMICA ARGENTINA	147
ORIENTACION DEL CREDITO Y DE LA INVERSION	151
PANORAMA INDUSTRIAL ACTUAL	165
LA ADQUISICION DE CONOCIMIENTOS EN LA INDUSTRIA QUIMICA	
ARGENTINA	173
INVESTIGACION Y DESARROLLO EN LAS INDUSTRIAS QUIMICAS Y	
PETROQUIMICAS ARGENTINAS	181
LAS EMPRESAS DE INGENIERIA	189
LOS SERVICIOS DE CONSULTORIA	201
APENDICE 1	215

CAP. V - LA INGENIERIA Y LA INDUSTRIA DE PROCESOS EN MEXICO	233
CONSIDERACIONES GENERALES E HISTORICAS	233
CONDICIONES EN QUE SE EFECTUO EL CRECIMIENTO DE LA	
INDUSTRIA DE PROCESOS MEXICANA	241
LA INDUSTRIA QUIMICA MEXICANA	251
LAS EMPRESAS DE INGENIERIA	259
EL FUTURO DE LA INGENIERIA DE PROCESOS EN MEXICO	275
LAS INGENIERIAS MEXICANA Y ARGENTINA	283
LA CONSULTORIA MEXICANA	289
 CAP. VI - PROPOSICIONES PARA EL DESARROLLO DE LA INGENIERIA	291
DE PROCESOS EN ARGENTINA	
CONSIDERACIONES GENERALES	291
LA SITUACION ARGENTINA	303
 CAP. VII - ES POSIBLE UN CONSORCIO LATINOAMERICANO DE INGENIERIA?	319
EL MERCADO LATINOAMERICANO	319
ES POSIBLE UNA INGENIERIA O UNA CONSULTORIA MULTINACIONAL LATINOAMERICANA PARA INDUSTRIAS DE PROCESO?	331

COMO SE ORIGINO Y COMO SE ORGANIZO LA INVESTIGACION

Este trabajo tiene orígenes lejanos. Empieza quizás con mis primeras tareas profesionales como ingeniero químico, en los años cincuenta, cuando intentaba aplicar lo menos mecánicamente posible las recetas aprendidas en la Universidad. Cuando, por ejemplo, en un arranque de declamatorio idealismo juvenil, hice pintar en la pared de una lechería, cuya planta generadora de vapor y de energía había conseguido remodelar, que "las salas de caldera serán seguras y alegres, para comodidad y no para castigo de quienes en ellas trabajan".

Empezaba a sentir que la ingeniería no podía circunscribirse al diseño, cálculo y mantenimiento de unidades de producción de bienes y servicios. Debía ser algo más. Intuía oscuramente todavía que había que complementar el *cuánto* y el *cómo* con el *para qué* y *para quién*.

Más adelante tuve la suerte de dirigir un grupo argentino que llegó a construir una planta de zinc electrolítico partiendo de datos obtenidos en sus propios laboratorios y desarrollados luego en un intenso trabajo experimental en planta piloto. El proyecto contrariaba opiniones de expertos extranjeros que habían afirmado que con las blendas locales no se podía instalar con éxito un procedimiento de ese tipo. Contrariaba también las ideas de algunos de los propios inversores que se resistían a financiar una planta cinco veces más chica que la que en aquellos momentos se consideraba de tamaño óptimo.

Esa experiencia me afianzó en mi rebelión contra la utilización de los conceptos de economía de escala como código standard en las decisiones técnico-económicas. Antes, en la lechería había experimentado con la gran escala de producción, una escala a la medida de la riqueza ganadera acumulada en las pampas argentinas. El proyecto metalúrgico me llevó al extremo opuesto de la escala y comprobé que no es cuestión de ajustar los niveles de producción a las tecnologías disponibles, sino encontrar los procedimientos que mejor se ajusten a cada caso, no sólo en volumen de producción sino también en utilización racional de los recursos disponibles, aceptándolos tal como ellos son o tal como ellos se presentan en el momento de encarar el problema.

El poder desarrollar integralmente en el país la tecnología y la ingeniería de una instalación industrial bastante compleja me hizo pensar también sobre la subutilización del potencial humano local. Fue entonces cuando me empecé a preguntar

por qué Argentina no tenía núcleos de ingeniería de procesos tan importantes como los que intuía que tenía México a través de los contactos mantenidos con ingenieros químicos mexicanos en reuniones interamericanas.

Por eso, veinte años después de mis primeras profesiones, al comenzar a investigar en los problemas socio-económicos ligados al uso de la tecnología, intenté reflexionar sobre el problema de las relaciones entre la ingeniería y la sociedad y el papel de la primera como vínculo entre la creación de conocimientos y la producción de bienes y servicios y busqué realizar un estudio comparativo entre las ingenierías latinoamericanas que aportase más datos a esas reflexiones.

Así, por un lado, empecé a trabajar con Jorge A. Sábato y Alberto Aráoz en una línea de pensamiento opuesta a la de las economías de escala, que el primero de los nombrados bautizó con todo acierto como tecnología a escala. Por el otro, con Aráoz, preparamos un esquema muy ambicioso para analizar las ingenierías de proceso argentina y mexicana comparándolas con la experiencia mundial en el mismo campo. Finalmente, en 1974, un *grant* del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Desarrollo de Canadá, me permitió meditar profundamente sobre ambos temas aunque reduciendo la extensión de lo que nos habíamos propuesto hacer junto con Aráoz y convirtiendo lo que se había pensado como trabajo de equipo en una investigación personal. Pero el diálogo fecundo se mantuvo y Alberto Aráoz nunca escatimó reflexiones y consejos oportunos.

Mi trabajo se propuso entonces recoger datos e impresiones tanto en las empresas que ofertaban o podían ofertar servicios de ingeniería de procesos en México y en Argentina como en las empresas que en uno y otro país podían demandarlos por tener industrias de ese tipo. Quería medir, pero también sentir el problema. Por eso adopté como método fundamental para la recolección de información el de las entrevistas personales, sin grabador y sin cuestionario previo.

Procuraba tomar contacto en una misma empresa sucesivamente con un representante de los cuadros técnicos medios y con el director general o alguien muy próximo a él. Pero en algunos casos tuve que conformarme con recoger opiniones en uno solo de esos niveles. Había preparado guías para las entrevistas, pero casi siempre, a poco de iniciada la conversación, el propio entrevistado abría senderos nuevos e introducía información complementaria. El resultado final era un monto de información más amplio que el que hubiera correspondido a la respuesta escueta de las

preguntas básicas que me había propuesto hacer.

Me propuse en todo momento manejar los datos del sector privado de manera de conservar el anonimato de las fuentes, entre otras cosas para evitar que algunos puntos del trabajo se convirtiesen en un catálogo que despliega las características de ciertas empresas en detrimento de otras. En cambio se citan en forma explícita las fuentes de información cuando provienen de organismos del sector público.

Probablemente no resulte difícil para quienes están en el tema identificar algunos de los actores, especialmente entre las firmas de ingeniería argentinas y mexicanas. Ello se debe a que son pocas y a que algunas han crecido tanto que constituyen entidades de enorme interés para los respectivos sistemas nacionales rebasando los límites impuestos por sus estructuras de capital.

Como el tiempo que pudimos dedicar al trabajo de campo en México fue mucho más breve que en Argentina, los contactos más profundos y exhaustivos se centraron allí en las empresas de ingeniería y apenas rozaron la demanda. Tampoco pudieron ser muy amplias las conexiones con los organismos públicos de ese país y tuvieron que limitarse a conversaciones con algunos amigos que, por haber trabajado o estar trabajando en el Consejo Nacional de Ciencia y Técnica, el Registro de Transferencia de Tecnología y el Registro de Inversiones Extranjeras, tenían inquietudes sobre este mismo tema.

Por el contrario el sector público argentino fue una fuente extensivamente utilizada para obtener información también del sector privado gracias a los análisis estadísticos que pude realizar aprovechando los datos contenidos en las presentaciones que las empresas, tanto públicas como privadas, deben realizar ante el Registro Nacional de Contratos de Licencias y de Transferencia de Tecnología cuando adquieren tecnologías o servicios de ingeniería externos y ante la Secretaría de Estado de Ciencia y Técnica del Gobierno de la Nación cuando solicitan desgravación impositiva de sus gastos en investigación y desarrollo. Manteniendo la confidencialidad de la información conseguí un panorama de un universo de empresas bastante amplio dentro del sector en estudio, en cuanto a la forma en que incorporan los conocimientos tecnológicos a su actividad.

Finalmente todos esos contactos múltiples con la realidad de los países en análisis obligaron a reducir el estudio en algunos puntos y lo impulsaron a ampliarse en ciertos aspectos.

Tuvo que reducirse cuando la amplitud del sector industrias de proceso en los dos países considerados obligó a circunscribir algunos análisis estadísticos al subsector químico y petroquímico. Las industrias alimentarias que también forman parte de las industrias de proceso merecerían en cada uno de esos países un estudio aparte tanto por la importancia que tienen en el conjunto de la economía como por la complejidad de su evolución tecnológica.

En cambio superó el marco restringido de una investigación sobre la evolución de los grupos nacionales de ingeniería de proceso cuando la información permitió avanzar en el análisis de puntos tales como: el rol del Estado en la utilización local de los conocimientos tecnológicos; el desarrollo de los criterios de tecnología a escala como una nueva metodología de selección, diseño y evaluación de tecnologías en proyectos agro-mineros-industriales o de infraestructura de servicios; la consideración de los distintos factores que influyen en la desagregación local de los paquetes tecnológicos que los países en desarrollo reciben desde el exterior.

La información directa e indirecta acumulada fue siendo procesada de manera de integrarla en las sucesivas etapas de análisis. En primer lugar encontré que se confundían o superponían los conceptos de ingeniería y de consultoría. Creí por ello, conveniente comenzar definiendo y diferenciando uno y otro tipo de servicios, y señalando los límites del sector industrial dentro del cual se iban a estudiar preferentemente ambas actividades.

Luego observé que las experiencias latinoamericanas mostraban cuán difícil resultaba desarrollar la ingeniería y la consultoría autóctonas si seguían subordinando las decisiones técnico-económicas al dogma de las economías de escala. Era necesario por lo tanto proponer una nueva manera de evaluar, diseñar y seleccionar tecnologías y analizar como se podría lograr una mejor adaptación de las tecnologías importadas a través de una mayor desagregación de los diversos elementos que las componen.

El rol del Estado en todo ese proceso apareció bien pronto como fundamental. Convenía, por consiguiente, esbozar algunas posibilidades de acción futuras basadas en su poder regulador y de control y de manera muy especial en su poder de compra de bienes y servicios.

Una vez considerados esos aspectos generales resultaba oportuno exponer cómo habían evolucionado la industria y la ingeniería de proceso, en particular las de proceso

químico, en México y Argentina, y cómo estaban funcionando en el momento de la investigación (1974). Resultaba difícil de comprender esa evolución y esa situación si no se las ubicaba dentro de los contornos, el contexto y la historia de cada país, por lo que me ví obligado a intentar una síntesis muy apretada de la evolución socio-económica de cada uno de ellos.

Descriptos así los sectores industriales mencionados y sus respectivos servicios de ingeniería dentro de sus correspondientes sistemas nacionales se podía ensayar el diseño de instrumentos para orientar su evolución en los países considerados. Sin embargo sólo me atreví a hacerlo para Argentina cuyos problemas los veía sintiendo a lo largo de toda mi vida. Anhele que la propuesta que presento resulte de utilidad práctica inmediata para mi país y que los amigos mexicanos también encuentren en ella algunos elementos posibles de aplicar. Mi proposición reconoce como antecedente inmediato una idea similar que Jorge A. Sábato había tratado de realizar en 1971 en el campo de la industria y la ingeniería eléctricas. A él agradezco haberme transmitido el pensamiento que lo inspiró y el haberme dado acceso a los documentos que llegó a elaborar en torno a su Empresa Nacional de Investigación y Desarrollo Eléctrico (ENIDE S.A.).

Debo agradecer a Francisco A. Sábato el interés con que, entre mayo y agosto de 1974, trató de que esa propuesta que iba naciendo de mi trabajo fuese discutida y llevada a la práctica por la Secretaría de Estado de Energía del gobierno de la República Argentina de la cual él era en ese momento asesor. De esa Secretaría de Estado dependen entre otros organismos y empresas, Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Gas del Estado y Yacimientos Carboníferos Fiscales que manejan materias primas fundamentales para la química básica, y que tienen fuertes capitales invertidos en la transformación de esas materias primas así como importantes núcleos intraempresarios de ingeniería de proceso y de desarrollo tecnológico.

Por último, en muchos de los contactos mantenidos a lo largo de la investigación, el tema de una posible ingeniería o consultoría multinacional latinoamericana surgía con frecuencia. Creí necesario por consiguiente referirme a las condiciones del mercado latinoamericano y expresar cuales eran mis ideas frente a instrumentos de ese tipo.

Fueron muchas las personas que me ayudaron en la investigación suministrando datos, preparando estadísticas, entregando material informativo, mostrándonos instalaciones y sobre todo haciéndose tiempo, en medio de trabajos muchas veces apremiantes, para conversar largamente el tema. A menudo se alcanzó el valioso nivel

de una comunicación profunda entre individuos que se se reconocen con una inquietud y una preocupación comunes.

Por todo ello expreso mi agradecimiento a:

- los empresarios, administradores, ingenieros, técnicos de las firmas de ingeniería y de la industria química mexicana con quienes alterné en setiembre de 1974 y de manera muy particular y explícita al amigo y colega Oskar Hentschel que tanta ayuda me prestara para organizar mi estadía en ese país.
- los empresarios, administradores, ingenieros y técnicos de las firmas argentinas visitadas a lo largo de todo ese año.
- a los directivos y funcionarios de las cámaras empresarias que agrupan las industrias químicas y de proceso en Argentina.
- los funcionarios y técnicos de la Secretaría de Estado de Ciencia y Técnica del gobierno argentino con quienes estuve en contacto entre abril y agosto de 1974 y muy especialmente al entonces Secretario de Estado, Dr. Julio H. G. Olivera, quien en todo momento demostró una excelente voluntad de cooperación con la investigación que estaba realizando.
- los funcionarios y técnicos del Instituto Nacional de Tecnología Industrial y del Registro Nacional de Transferencia de Tecnología que en ese mismo período facilitaron el estudio que realizara conjuntamente con Francisco Sercovich y cuyos resultados se incluyen en este trabajo.
- Carlos Martínez Vidal que, desde la dirección del Proyecto Piloto de Transferencia de Tecnología de la Organización de Estados Americanos, facilitó nuestra participación en una reunión sobre industria química y petroquímica realizada en Washington el 17 y 18 de octubre de 1974 y en la cual pude discutir ideas que iban surgiendo de mi estudio con expertos de otros países latinoamericanos.
- Alejandro Nadal y Eduardo Amadeo, coordinadores de los equipos mexicano y argentino respectivamente que integran el proyecto sobre instrumentos de política científica y tecnología que también sostiene el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Desarrollo. Con ellos intercambié ideas e informaciones ya que, dentro de ese proyecto, el análisis de la ingeniería como actividad a promover en los países en desarrollo, mediante políticas adecuadas, constituye una preocupación esencial.
- Francisco Sagasti que me proporcionara información sobre la situación de la ingeniería y la consultoría en los países del pacto andino durante la breve visita que realizara a Lima en mayo de ese mismo año.

- Martin Brown que desde París me enviara documentación sobre los estudios que el Centro de Desarrollo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico realiza acerca del papel de la ingeniería en las relaciones entre países industrializados y países de menor desarrollo.
- J. Perrin que hiciera lo mismo desde Grenoble sobre los trabajos del Instituto de Investigaciones y Planificación Económicas.

En cuanto a la organización y financiación del trabajo debo expresar mi reconocimiento a Pierre Y. Paradis que, como Director Asociado de la división de Ciencias Sociales y Recursos Humanos del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Desarrollo, siguió la evolución de mi tarea respetando en todo momento mi libertad de acción y mi independencia de pensamiento.

También quiero dejar constancia de la finura de trato y comprensión del tema demostrada por su asistente Mme. Rahonczy, en oportunidad de mi visita al Centro en el mes de Octubre de 1974.

A la Fundación Bariloche de la Argentina agradezco el aval institucional que me otorgara en el momento de efectuar la propuesta al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.

Por su apoyo logístico expreso mi reconocimiento a mi hijo Eduardo, escolar de ingeniería y estudioso de socio-economía que colaboró en la recolección de datos de fuentes indirectas enriqueciendo en ciertos casos con aportes propios los esquemas que se le fijaban para las búsquedas, y a Floreal Martínez que no se conformó con realizar rutinariamente la mecanografía de los borradores y la impresión final del trabajo, sino que supo empaparse de las ideas que se manejaban ayudando a cuidar el estilo con que se expresaban.

RESUMEN A MANERA DE PROLOGO

Este trabajo encierra dos aspectos netamente diferenciados. Ellos resultan a su vez, de dos tiempos de trabajo también distintos. El primero consistió en la observación de la evolución y el estado actual de: la ingeniería de procesos en México y en Argentina y de la industria química de los dos países como principal demandante de servicios de ese tipo de ingeniería. Tales observaciones condujeron posteriormente a la elaboración de un esquema de pensamiento que pretende establecer metodologías para el desarrollo de una ingeniería con mayor contenido social y para una política tecnológica e industrial que preserve tanto los derechos de la sociedad como los del individuo, resguardando sus respectivos equilibrios.

Algunas de las propuestas que se van a encontrar en el texto, para ser adoptadas como objetivos, exigirían que las superestructuras jurídico-políticas se decidiesen a controlar con honestidad y eficiencia los intereses particulares, en lugar de dejarlos jugar en una competencia supuestamente libre, pero prácticamente desigual o en lugar de pretender avasallarlos arbitrariamente. Esto quizás todavía resulte utópico en América Latina, pero un enfoque sistemático de la realidad admite utopías como objetivos. Si en algún momento los enfoques que se van a proponer, fuesen desarrollados para su aplicación en un país determinado, los conflictos particulares allí existentes no deberían ser soslayados. Al contrario, habría que integrarlos en el análisis del modelo de partida y prever la configuración que irían adquiriendo a medida que el sistema se fuese modificando en su camino hacia el objetivo trazado.

Al analizar la ingeniería de procesos y la industria química en algunos países latinoamericanos, surge con vigor el papel que el Estado ha tenido, tiene y seguirá, sin duda, teniendo dentro de esos sectores. En efecto, el Estado está actuando no solamente como agente de regulación y control desde las superestructuras que enmarcan cada uno de los sistemas nacionales, sino también como productor directo de satisfactores, sean éstos bienes, servicios, conocimientos o relaciones interpersonales.

Parecería que en este momento histórico la mejor posibilidad y la mayor probabilidad de construir sociedades latinoamericanas más igualitarias, liberta-

rias y participativas se diesen allí donde el Estado y el sector privado compartiesen las actividades productivas con un sentido progresista de cambio, internalizado tanto en los elementos que actúan en la superestructura de la regulación y control como en la infra estructura productiva.

Habitualmente el Estado se reserva los sectores básicos de la producción y deja los terminales librados a la iniciativa privada. Pero también podría pensarse un modelo donde el Estado interviniese como agente activo de la producción en todos los sectores, sin monopolizar ninguno.

Cuando el Estado actúa como productor sólo en los sectores básicos de las economías política y del conocimiento y quiere introducir cambios estructurales tendientes a obtener una mejor distribución del ingreso, una menor alienación y un acceso igualitario a los satisfactores esenciales, muchos intereses privados, real o presuntivamente afectados, reaccionan distorsionando los mercados por su control de los productos terminales, originando así tensiones socio-políticas, a veces muy graves.

En cambio si el Estado estuviese presente como productor tanto en los sectores básicos como intermedios y finales de cada economía, en proporciones diversas según los objetivos perseguidos en cada uno de los sectores y según las características que cada uno de ellos tuviese en los diferentes países, los sistemas nacionales quizás responderían con menos resistencias a las indicaciones de cambio progresista, cuando las respectivas superestructuras estuviesen dispuestas a realizarlo. Algunos intereses particulares seguirían reaccionando negativamente, pero la presencia del Estado, que en ese momento habría prendido a producir y distribuir en todos los sectores, dificultaría la dislocación de los mercados.

Si al mismo tiempo se consiguiera separar el papel regulador del Estado como superestructura, del rol productor que juegan en la infraestructura las empresas en las cuales ese Estado es inversor y se lograra que tanto las empresas estatales como las privadas organicen su administración dando participación en ella a los recursos humanos que intervienen en la producción y distribución de los bienes y servicios, los individuos podrían sentirse quizás mejor protegidos que hasta el presente en la realización de sus objetivos personales y en la satisfacción de sus necesidades.

Por el efecto de arrastre que las unidades productivas estatales ejercerían sobre las privadas, la alineación del individuo, como trabajador y como consumidor, podría moderarse más fácilmente, en cuanto aquellas se propusiesen actuar en ese sentido. Por otro lado las formas autoritarias de gobierno podrían combatirse con mayores probabilidades de éxito si subsistiesen organizaciones privadas como contrapartida de las estatales y si ambas fuesen participativas.

En la economía del conocimiento en particular, el Estado no debería limitarse a promover y organizar *la creación* de conocimientos. Convendría que también regulase, controlase y ejercitase, directamente, las actividades de *consultoría* que *organizan* los conocimientos necesarios para la realización de un proyecto de inversión y las actividades de *ingeniería* que *utilizan* conocimientos para diseñar, calcular y construir instalaciones productivas. La participación estatal en estas actividades debería encararse con el criterio, ya señalado, de no monopolizarlas, sino de desarrollarlas armónicamente en función de objetivos sociales compartidos con la actividad privada. Esta participación estatal en la *consultoría* e *ingeniería* nacionales, debería lograr, entre otras cosas, que la creación de conocimientos se vinculase mejor con la realidad socio-económica de cada país, en lugar de seguir orientaciones externas o "modas" científicas mundiales.

Una *consultoría* y una *ingeniería* con esas inquietudes sociales necesitarían metodologías de pensamiento y de acción que aprovecharan en lo posible los instrumentos de diseño y de cálculo pre-existentes y que facilitasen la creación de otros nuevos. El enfoque de la tecnología a escala que pretende liberar al *organizador* y al *utilizador* de conocimientos de la tiranía impuesta por el criterio de economías de escala, podría convertirse en una de esas metodologías. Ella intenta orientar la selección y el diseño de las variables tecnológicas de cada proyecto de inversión en función de los parámetros económicos, sociales y ecológicos de cada país.

El trabajo se aparta aquí de ciertas corrientes del pensamiento económico que, al proyectar una instalación productora de bienes o servicios, suponen que los precios de los productos van a oscilar alrededor de ciertos niveles, en función de la oferta y de la demanda, y que los saltos, de un nivel de precios a otro inferior, se producirán en consonancia con la apari-

ción de nuevas tecnologías que abaratarán los costos de producción por algunos de los siguientes mecanismos:

- a) la sustitución de materias primas.
- b) el aumento de los flujos de producción sin incrementar los gastos fijos.
- c) la reducción de los consumos energéticos directamente proporcionales a la producción.

Aceptando las premisas anteriores, una inversión solamente merecería encararse si el mercado tuviera un volumen tal que permitiese utilizar aquella tecnología que, en el momento de diseñar el proyecto, correspondiese al más bajo nivel de costo del producto. La sustitución de los factores de producción, dentro de un esquema de pensamiento de ese tipo, podría efectuarse siempre que los precios de los mismos reflejasen su escasez relativa y siempre que la tecnología resultante de la sustitución permitiese obtener costos de producción tan bajos como los correspondientes a ese menor nivel alcanzando por la evolución tecnológica mundial.

Considero que los problemas productivos deben comenzar a enfocarse desde un ángulo diferente, subordinando el *cuanto* y el *cómo* de la producción al *para qué* y al *para quién*. Es decir subordinando tanto la economía política como la del conocimiento a la economía de los satisfactores de las *necesidades* humanas que, en otros trabajos, he denominado economía de la libido. Las *necesidades*, invariantes y universales, surgen del imperativo de mantener y acrecentar la energía que impregna la vida en sus distintas manifestaciones: biológicas, psicológicas, sociales y culturales. No deberían confundirse con los *deseos* que traducen esas *necesidades* según modalidades que varían de un momento histórico a otro, de una sociedad a otra y aún de un individuo a otro, dentro de una misma sociedad, siguiendo la evolución de los valores socio-culturales en cada tiempo y en cada lugar y el diferente grado en que cada individuo acepta e internaliza los valores promedio de la época y del sitio donde vive.

Siguiendo el criterio de la tecnología a escala de los elementos tecnológicos pre-existentes y/o aquellos que fuese necesario crear podrían combinarse de manera tal que cada bien o servicio pudiese ser obtenido con un costo de producción que correspondiese al mínimo posible de lograr dentro de restricciones fijadas por:

- a) las características locales de los mercados y de los factores de producción.

XIII

- b) la búsqueda de pleno empleo, de acceso de todos al bienestar esencial y de una distribución equitativa de los excedentes que se generan.
- c) el mantenimiento del equilibrio interior de cada individuo que interviene en la producción del bien o servicio o que lo consume.
- d) la preservación del equilibrio ecológico.

Las características locales de algunos de esos parámetros ayudan a explicar las semejanzas y diferencias que he podido observar entre la ingeniería de proceso mexicana y la argentina y entre sus respectivas industrias químicas.

En ambos países la industria química presenta rasgos típicos de estructuras dependientes, en lo financiero y en lo tecnológico, del exterior. Las inversiones, tanto nacionales como extranjeras, reciben desde afuera el conocimiento básico de los procesos. Ellas se aplican preferentemente a la producción de aquellos terminales de consumo masivo que pueden ser vendidos a precios que no guardan con los costos de producción la relación que hubiera supuesto la economía liberal clásica. Parte de los beneficios así generados salen al exterior disimulados como pagos por servicios técnicos o financieros, como sobrefacturaciones de insumos importados o como subfacturación de productos exportados. Otras veces se evaden directa y secretamente. Por todo ello la reinversión industrial local de los excedentes generados tanto por el capital nacional como por el externo son muy escasas.

En cuanto a las ingenierías de proceso nacionales tanto la argentina como la mexicana presentan ventajas económicas similares frente a las ingenierías de los países industrializados y están siendo utilizadas para realizar localmente la ingeniería de detalle de los proyectos. Una de ellas, la mexicana, se ha organizado según formas que permitirían a la economía de ese país aprovechar las externalidades que genera la ingeniería local de los proyectos, de manera más eficiente que la admitida por las estructuras de la ingeniería de proceso argentina.

Pero no solamente entre México y la Argentina se observan diferencias estructurales, funcionales y de objetivos en las unidades de *creación*, *organización* y *utilización* de conocimientos. También son ellas diversas en los restantes países latinoamericanos. Por eso, se propone que la ingeniería y la consultoría de la región sigan, en su formación y crecimiento, modelos nacionales en

que cada país actúe con *independencia* de los demás y al mismo tiempo en íntima *relación* con todos ellos. Esos modelos de *independencia* con *interrelación* se alejan por igual de los sueños de autarquía y de las propuestas de integración de economías y mercados todavía no completamente dominados, ni tampoco eficientemente manejados a nivel nacional.

En todo esto la universidad latinoamericana en general y las escuelas de ingeniería en particular, tendrían que ser protagonistas. Por muchos y buenos que sean los instrumentos que se diseñan para provocar cambios progresistas en el corto o mediano plazo, de la educación depende que las transformaciones se realicen con el mínimo de conflicto posible y que se afiancen y profundicen en el largo plazo.

Cada uno de los intentos de transformación ha declamado su intención de formar un hombre nuevo, o un hombre diferente, pero la inercia de los engranajes escolares, aliada a la presión de intereses internos y externos, ha impedido que se avance más allá de una modificación superficial de los rasgos sobreimpuestos a la naturaleza humana por milenios de culturación alienante.

Cierta entrega de energía a favor de terceros y no de los objetivos propios de cada individuo, fue necesaria para comenzar a dominar la Naturaleza y disminuir los niveles de angustia y de inseguridad de la vida primitiva. El proceso histórico exigió más de lo necesario y originó formas inhumanas de explotación, pero el desarrollo tecnológico logrado simultáneamente, hace posible plantear ahora una reducción de la alienación en todas sus formas.

En vez de buscar un hombre nuevo, habría que redescubrir al viejo hombre angustiado, inseguro e inquieto, y tratar de tranquilizarlo, asegurarlo y afirmarlo, rescatando al mismo tiempo las condiciones creadoras y las enormes posibilidades de placer gratuito que cada unidad bio-psíquica encierra. A ello deberían contribuir tecnologías, de producción y de distribución de bienes, servicios y conocimientos y de administración de las relaciones productivas e interpersonales, capaces de pacificar la Naturaleza y el Hombre.

CAPITULO I

INGENIERIA, CONSULTORIA E INDUSTRIA DE PROCESOS

"Levantaron los galos de repente el grito para que con aquella seña pu diesen conocer los cercados su ve- nida, y empezaron a desbaratar las zurzas, a desalojar a los nuestros de las trincheras con hondas, piedras y flechas, y a preparar todos los demás ingenios para el asalto".

(César, en Las Guerras de las Galias, Siglo I A.C.)

"Y así, llamamos ingeniero al que fabrica máquinas para defenderse del enemigo y ofenderlo...".

(Covarrubias, en El Tesoro de la Lengua Castellana, 1612)

"¿Podrá la ingeniería, hija de Thanatos, nacida de la guerra, romper con su origen y pasarse a las filias de Eros?"

(1975: año XXX después de Hiroshima y Auschwitz)

CONSULTORIA E INGENIERIA

Los factores (capital, mano de obra y recursos naturales) se integran y conjugan en una unidad productora de bienes o servicios cuando se sabe *qué hacer* con los recursos y *cómo hacerlo*. El factor integrador es, pues, el conocimiento.

Un país que posea petróleo y capital y mano de obra para explotarlo, nada podrá hacer si no dispone, además, del conocimiento necesario para extraer lo de las entrañas de la tierra, para transportarlo y para transformarlo.

El saber *qué hacer* con los recursos forma parte del conocimiento científico, el saber *cómo hacerlo* distingue al conocimiento tecnológico. Ambos - conocimientos constituyen creaciones. Son productos finales en la economía del conocimiento y se obtienen gracias a los servicios de investigación y de desarrollo.*

La ingeniería *utiliza* el conocimiento tecnológico para:

- diseñar y construir nuevas unidades productivas
- optimizar y mantener en funcionamiento las unidades existentes.

Su actividad económica fundamental es, pues, la de prestar servicios a la producción, *transformando* conocimientos utilizables en utilizados. Pero el ingeniero, como profesional, también puede prestar servicios a la creación científica y tecnológica, participando en trabajos de investigación y desarrollo, es decir *creando* conocimientos.

Esta doble vertiente de los ingenieros como profesionales (aunque no de la ingeniería como actividad económica) se explicita mejor en idioma francés donde la identificación de un ingeniero exige dos palabras: *Ingenieur du génie... civil, mécanique, chimique, etc.* *Ingenieur* deriva del francés antiguo, de *engine*, que significaba *máquina de guerra*. Equivale al *engineer* inglés y al *ingeniero* español. Traduce la vertiente técnica, productiva, constructora. *Génie* proviene, en cambio, del latín, de *genius* y significa

* Pueden verse más detalles sobre productos y servicios en la economía del conocimiento en Kamenetzky, M., *Economía del Conocimiento y Empresa*, Buenos Aires, Editorial Paidós.

la disposición o aptitud natural para crear algo original. Esta segunda parte agrega a la denominación la vertiente creativa.

Por otro lado la consultoría * podría ser definida como la actividad que organiza y relaciona sus posibilidades y modos de utilización con la realidad económico-social, con el entorno físico y humano. Ella también presta servicios a la producción, pero solamente en la etapa de gestación de nuevas unidades productivas. Además es sustancialmente multidisciplinaria. Necesita del concurso de ingenieros para seleccionar y evaluar las alternativas tecnológicas de un proyecto; de economistas para establecer los costos y beneficios empresarios y sociales; de psicólogos sociales y de ecólogos, para determinar el impacto del proyecto sobre la sociedad y el medio ambiente.

Dentro de la economía del conocimiento tendríamos pues tres tipos fundamentales de actividades científicas y técnicas a las que corresponderían otros tantos tipos de unidades estructurales:

- las unidades *generadoras* de conocimiento que producen creaciones científicas y tecnológicas consumiendo servicios de investigación y desarrollo experimental: institutos de investigación y desarrollo estatales o privados.
- las unidades *organizadoras* de conocimiento que analizan la factibilidad de aplicación socio-económica de lo creado y estudian el mejor modo de aplicarlo: Institutos de planificación y programación; empresas de consultoría; departamentos de evaluación de proyectos y de estudios técnico-económicos de las empresas.
- las unidades *utilizadoras* de conocimiento que incorporan las creaciones tecnológicas a unidades productoras de bienes y servicios: empresas de ingeniería; departamentos de ingeniería de las empresas productoras.

Las dos últimas categorías suelen aparecer muy mezcladas y confundidas. Así se suele incluir entre los trabajos de consultoría a la ingeniería básica, la ingeniería de diseño, la supervisión de la implementación del proyecto y la

*Supongo que en idioma español debe poder crearse algún término más feliz para denotar la actividad tal como voy a definirla, pero sigo usando la expresión *consultoría* por la difusión universal que ya tiene... y por falta de imaginación.

asesoría técnica durante la operación.

La primera constituye un servicio prestado a la creación de un conocimiento tecnológico, aunque a veces con esa denominación se designa el producto mismo. Así se acostumbra decir que por medio de un desarrollo experimental se obtiene la ingeniería básica de un procedimiento.

Todas las otras son tareas que utilizan conocimiento y exigen el concurso especializado de ingenieros nucleares, electrónicos, mecánicos, estructurales, químicos. Es decir de todos aquellos que manejan conocimientos tecnológicos relacionados con la materia y la energía en sus diferentes niveles: núcleo, átomo, molécula, materiales y estructuras físicas.

En la ingeniería básica, en la de detalle y en el montaje y puesta en marcha de instalaciones productivas, la participación de profesiones relacionadas con las estructuras económicas, sociales, naturales del habitat es escasa o nula. En cambio estos ingenieros de las tecnologías sociales y humanas* juegan un rol importante junto a los ingenieros de las tecnologías físicas en el momento de seleccionar, evaluar y organizar los proyectos. Es decir en las consultorías.

La consultoría, porque organiza conocimientos, emplea como herramientas principales de su trabajo metodologías de selección y evaluación. La ingeniería, porque utiliza conocimientos, hace del cálculo físico-matemático su herramienta fundamental.

La consultoría no puede dejar de lado la subjetividad y es, principalmente, probabilista. La ingeniería es fundamentalmente objetiva y determinativa.

Ingeniería, ha dicho Doherty** es el arte basado principalmente en el entrenamiento en matemáticas y ciencias físicas de usar económicamente las fuerzas materiales de la Naturaleza para beneficio del hombre. Quizás sea preferible decir: ingeniería es el arte, basado en el entrenamiento en las ciencias tecnológicas, de *usar* económicamente las fuerzas y los materiales de la-

* Considero que la economía es una ingeniería de las estructuras económicas; la sociología una ingeniería de las estructuras sociales; la arquitectura una ingeniería del habitat; la ecología una ingeniería de las estructuras naturales y que quienes almacenan y transmiten conocimientos actúan como ingenieros de las estructuras educacionales.

** Citado en *Collier's Encyclopedia*, artículo s/ Engineering, New York, The Crowl, Collier Publishing Co., 1961, Vol. 7, pág. 2.

Naturaleza y de la Sociedad en beneficio del hombre.

Consultoría sería, entonces, el arte de *organizar* económicamente el conocimiento tecnológico, para su aplicación práctica en realizaciones tendientes a usar las fuerzas y los materiales de la Naturaleza y de la Sociedad en beneficio del hombre.

Es posible que la necesidad de introducir una etapa de organización del conocimiento entre la creación del mismo y su aplicación productiva, haya surgido como consecuencia del crecimiento exponencial del conocimiento acumulado. El número de periódicos y revistas científicos, que era aproximadamente de un centenar en 1800, aumentó a 1.000 en 1850, a más de 10.000 en 1900, llegó casi a los 100.000 en 1960 y se aproximaría, si se admite un ritmo constante de crecimiento, a un millón a fines de este siglo. El total mundial de los investigadores científicos debe aproximarse a los 2.000.000. El 90% de los hombres de ciencia e investigadores que han existido desde el principio de la historia viven en la actualidad.*

Como dice Solla Price**, basándose en el análisis estadístico de decenas de millones de trabajos científicos, el crecimiento del conocimiento ha sido extremadamente rápido, duplicándose cada 10 o 15 años y ha superado el orden de magnitud del crecimiento demográfico.

En los EE.UU. se registraban, en 1970, 1271 tecnologías disponibles para un total de 748 procesos de fabricación de 545 productos químicos. Ello da un promedio de casi dos tecnologías disponibles para cada tipo de proceso y para cada tipo de producto. Pero existen procesos para los cuales hay hasta 15 tecnologías alternativas y, si descontamos el grupo de 555 procesos que sólo ofrecían una única posibilidad, el promedio de tecnologías a considerar para cada uno de los restantes sería cercano a 4.***

No obstante esta abundancia de oferta, las empresas de ingeniería tienen ten-

* P. Auger, *Tendencias actuales de la investigación científica*, París, Unesco, 1961, pág. 15.

** Solla Price, Derek de, *The relations between science and technology and their implications for policy formation*, Estocolmo, FOA, 1972, pág. 9.

***Cifras basadas sobre el trabajo "Process Technology for License or Sale", *Chemical Engineering*, 20/4/70, pág. 114 a 144.

dencia a resolver los problemas productivos en función de aquellas tecnologías que cada una de ellas dispone o de aquellas que pueden conseguir más fácilmente, prefiriendo las que permiten realizar mayores beneficios. Además, los ingenieros suelen ser proclives a dejarse deslumbrar por las tecnologías de punta, sin considerar demasiado sus efectos laterales sobre las sociedades, las economías o el medio ambiente físico locales. Por todo ello conviene introducir en la organización de los proyectos etapas de selección y/o diseño del tipo de conocimientos a utilizar y de evaluación de las consecuencias socio-económicas de la implantación productiva a la cual serán aplicados.

La transformación de los conocimientos de utilizables en utilizados es primordialmente manual e intelectual. En cambio, su organización adecuada exige no sólo actuar y razonar, sino también sentir y vivenciar las situaciones. Por todas estas componentes, la consultoría necesita más aún que la ingeniería de la presencia de recursos humanos nacionales para organizar los proyectos con un criterio de utilidad tanto empresaria como social.

En las primeras etapas del desarrollo y de la industrialización de un país, la ingeniería, por estar mucho más ligada a la físico-matemática universal, puede importarse con menos riesgos que los involucrados en la contratación externa de servicios de consultoría.

Una diferenciación como la propuesta parece conveniente y hasta necesaria, especialmente en los países periféricos de menor desarrollo relativo. Sus políticas deberían promover en primer término la formación de grupos nacionales para la organización del conocimiento y esta preferencia por la consultoría debería ser tanto mayor cuanto menos desarrollado se encuentre el país. Todos podemos calcular igualmente bien; nadie que viva el problema puede sentirlo en todos sus detalles y en toda su profundidad. Además, el propio hecho de organizar y controlar un proyecto desde adentro reduce el riesgo de que se introduzca un error de ingeniería, si ésta debe hacerse afuera.

La diferenciación propuesta no debería encararse con criterio dogmático. La separación entre consultoría e ingeniería debería poder integrarlas mejor

en el proceso económico; jamás llevarlas a trabajar desvinculadas. Al contrario, toda consultoría debería contar en su seno con tecnólogos que tiendan los puentes de un diálogo permanente entre los ingenieros de las tecnologías físicas, agrupados en las firmas de ingeniería, y los analistas socio-económicos. La ejecución de instalaciones productivas con tecnología a escala apropiada a cada proyecto, siguiendo metodologías como la propuesta en el capítulo 2, exige más que ninguna otra de una comunicación permanente y biunívoca entre ingeniería y consultoría.

No importa si éstas forman parte de una misma unidad organizacional o si constituyen estructuras físicas y empresariales diferentes. Lo importante es que se distingan sus objetivos, sus campos de acción, sus herramientas de trabajo y que se las use adecuadamente como instrumentos diferenciados de política tecnológica nacional.

Conviene distinguir también entre consultoría y asesoramiento.

Un asesor, especializado en alguna rama del conocimiento científico o tecnológico, puede aconsejar frente a un problema relacionado con su campo de especialización, tanto a una empresa o grupo dedicados a organizar el conocimiento, como a quienes se ocupasen de su utilización, o aún de su generación. El experto en un tema introduce un saber puntual y profundo en un equipo destinado a manejar un conocimiento más amplio. Los asesores proveen insumos necesarios para la mejor organización o utilización de conocimientos.

Los trabajos de la Junta del Acuerdo de Cartagena se aproximan bastante a esta idea de distinguir los servicios de consultoría de los de ingeniería. Ellos prefieren hablar de ingeniería de consulta y de ingeniería de servicios. Pero la línea divisoria entre una y otra no pasa netamente entre la organización del proyecto y su ejecución. En la ingeniería de consulta los documentos del pacto andino suelen incluir la supervisión y coordinación de la materialización del proyecto.*

Por su parte el grupo de coordinación del Proyecto Piloto de transferencia de

*Puede verse por ejemplo *La desagregación del paquete tecnológico*, documento del 4/3/74 o los estudios sobre consultoría en la subregión andina.

tecnología de la OEA, al ocuparse del desarrollo de capacidad tecnológica en el área, distingue entre capacidad de generación de conocimientos científicos y tecnológicos y capacidad de organización de esos conocimientos para producir bienes y servicios. La ingeniería aparece incluida en la primera, mientras que la segunda es considerada como "una condición necesaria para la promoción del desarrollo tecnológico y para la utilización eficiente del conocimiento tecnológico como herramienta para el desarrollo económico y social.*

Trabajos del IREP muestran como algunas organizaciones surgidas en la India para realizar la ingeniería de las instalaciones productivas en determinados sectores industriales comenzaron por ocuparse de la organización de los proyectos, prestando muy pocos servicios de ingeniería propiamente dicha. Cuando los grupos maduraron, pudieron incorporar actividades de diseño, cálculo y construcción de complejidad y extensión crecientes, pero no por ello abandonaron su papel de consultores. Así, por ejemplo, el Central Engineering and Design Bureau para la industria del acero, jugaba también un rol en el planeamiento a largo plazo de la industria como consultor técnico de la comisión especial de planeamiento, determinando localizaciones, capacidades y procesos de las acerías futuras.**

Este ejemplo refuerza el criterio de que lo importante es utilizar correctamente la división funcional entre consultoría e ingeniería, sin preocuparnos por la existencia de una división formal, física u organizacional entre ambas. En algunos casos, como el que vimos de la India, el desarrollo histórico del proceso de industrialización puede llevar a su inclusión en una misma empresa. Ese caso confirma también la idea de que, para un país que recién comienza a industrializarse, la organización temprana de la consultoría local puede ser más importante que la de la ingeniería. Es la consultoría la que, al adaptar adecuadamente el conocimiento a las condiciones del país, puede favorecer el proceso de acumulación de capital.

* *Bases y plan de trabajo para el sector químico y petroquímico*. (versión preliminar), Washington, OEA, 1974, pág. 11. Al discutirse este documento en Washington, en octubre de 1974, pude sugerir la separación de la ingeniería como una tercera categoría de capacitación. Aparecería, así, la capacidad de utilización del conocimiento junto a las de generación y de organización.

** Perrin, J., *Design engineering and the mastery of knowledge for the accumulation of capital in developing countries*, (mimeografiado), IREP, Grenoble, Septiembre 1971, pág. 4.

Los organismos financieros nacionales e internacionales reciben muchos proyectos mal organizados, mal evaluados, basados sobre tecnologías inadecuadas para el entorno socio-económico y físico en el cual deberían insertarse. Por ello, es en los bancos y en las entidades de crédito donde primero tendría que hacerse sentir la necesidad de contar con grupos nacionales capaces de seleccionar adecuadamente las tecnologías y de evaluar sus impactos socio-económicos.

Es lo que deja traslucir la intervención del Director General de Nacional Financiera de México en el Ier. Congreso de la Asociación Nacional de Firmas de Ingeniería de ese país:*

Quando los consultores tienen experiencia en la industria específica pueden realizar una valoración correcta del programa desde el punto de vista de sus características económicas, financieras y de dirección, así como las de ingeniería, y presentarán un informe que responderá a todos los interrogantes, puntualizando la factibilidad técnica y económica de que se materialice el proyecto".

"En el desarrollo del proyecto, las firmas de ingeniería se encargarán posteriormente de proyectar la instalación, preparar los planos y las especificaciones, así como los programas y la calendarización correspondiente a la ejecución de las obras, incluyendo la supervisión y dirección durante la etapa de construcción hasta la puesta en marcha de la unidad industrial."

Resumiendo, podríamos decir que la ingeniería sería la culminación ontogenética del proceso de generación y utilización del conocimiento en una realización socio-económica productiva. La consultoría establecería la filogénesis**de esa realización al conectarla con los mercados, la sociedad y el medio físico donde se implanta.

* Martínez Domínguez, Guillermo, Memoria del I Congreso de la Asociación Nacional de Firmas de Ingeniería, México, 1971, pág. 153.

**La extensión de ontogénesis y filogénesis desde el campo biológico al socio-económico me ha parecido útil para diferenciar el proceso en sí de realización de un proyecto agro-minero-industrial o de infraestructura de servicios de las relaciones que se establecen durante ese proceso entre el proyecto y el medio en que se realiza; de la misma manera que la biología distingue entre la formación y el desarrollo de un ser y las relaciones que se establecen con el medio durante esa formación y desarrollo.

ESQUEMA I-1 - LA INGENIERIA Y LA CONSULTORIA COMO VINCULOS ENTRE LA CREACION Y LA PRODUCCION

Sector socio-económico	Servicios generados por la actividad del sector o exigidos por éste	Productos resultantes	Los ingenieros, como profesionales, intervienen en	Se necesita, además, el concurso de	Etapas que establecen la ontogénesis del proyecto	Etapas que configuran la filogénesis del proyecto
CREATIVO genera, adapta, almacena y distribuye conocimientos, utilizando otros bienes y servicios	Investigación	Conocimiento básico	✓	Científicos Técnicos	*	
	Desarrollo experimental	Conocimiento tecnológico o Ingeniería básica	✓	Científicos Técnicos	*	
CONSULTORIA organiza el conocimiento disponible	Análisis de las relaciones entre el conocimiento que se está desarrollando o que se quiere utilizar y el medio socio-económico y físico en que se va a aplicar.	Estudios de mercado de pre-factibilidad y de factibilidad	✓	Economistas Psicólogos sociales Ecólogos Arquitectos Abogados	*	*
INGENIERIA transforma el conocimiento utilizable en utilizado	Ingeniería de detalle	Planos, diagramas, especificaciones, maquetas, cálculos	✓	Arquitectos Técnicos	*	
	Compra (procurement)	Equipos y materiales para la instalación productiva	✓	Técnicos	*	
	Construcción y montaje	Instalación productiva.	✓	Técnicos	*	
PRODUCTIVO Utiliza conocimientos para producir bienes y servicios	Formación del personal	Capital humano de la empresa	✓	Técnicos Psicólogos	*	
	Puesta en Marcha	Bienes y servicios	✓	Técnicos	*	
	Asistencia Técnica	Mejoras sobre el conocimiento tecnológico utilizado.	✓	Técnicos		II

INDUSTRIAS DE PROCESO E INGENIERIA DE PROCESOS

Las industrias químicas se caracterizan por fabricar productos empleando procedimientos que transforman una sustancia en otra por cambios a nivel molecular.

Un rasgo económico distintivo de las empresas del sector químico y petroquímico es que sus productos no pasan directamente al mercado de consumo masivo. Entran a él a través de formulaciones y composiciones diversas o de transformaciones mecánicas de forma y estructura, que no implican nuevos cambios químicos. Así, por ejemplo, las drogas finas llegan al mercado como productos farmacéuticos formulados. El polietileno en forma de baldes, muñecas, mangueras, bolsas, etc.

Los cambios químicos pueden producir distintas estructuras moleculares a partir de una misma estructura molecular inicial mediante la aplicación sobre ella de procesos diferentes. Ello origina una gran diversidad de productos que se pueden preparar partiendo de las sustancias contenidas en el aire, el agua y los recursos minerales, vegetales o animales.

Se puede intentar un ordenamiento de esos productos que tenga en cuenta el número de pasos de transformación sufridos por la molécula inicial extraída o formada a partir de las materias primas. Tendríamos así:

- Productos básicos*: son los ácidos y las bases inorgánicas, los hidrocarburos que se pueden separar del petróleo, el carbón y el gas y los metales.
- Productos intermedios*: resultan de las transformaciones y combinaciones que se pueden realizar con los productos anteriores, pero todavía no pueden ser utilizados por las industrias terminales.
- Productos finales*: constituyen los últimos eslabones de las cadenas de transformación química y pueden ser utilizados, sin más cambios de composición, por los productores de servicios o de bienes directamente ligados a los mercados de bienes de capital, durables o semidurables, o a mercados de consumo masivo.

Toda la industria química es pues una industria intermedia, entre la producción de materias primas y los mercados. Industria para industrias, como

suele llamársele en muchos slogans publicitarios.

La división anterior resulta útil para estudiar el funcionamiento y el comportamiento técnico-económico del sector, pero sus categorías no deben considerarse con rigidez. Un mismo producto puede funcionar como básico de una larga y ramificada cadena de transformaciones y ser a la vez un insumo directo de una industria que lo emplee en la producción de otro bien o servicio sin cambiarle su estructura molecular. El ejemplo que se da en la tabla I.2. puede servir para ilustrar mejor estos conceptos.

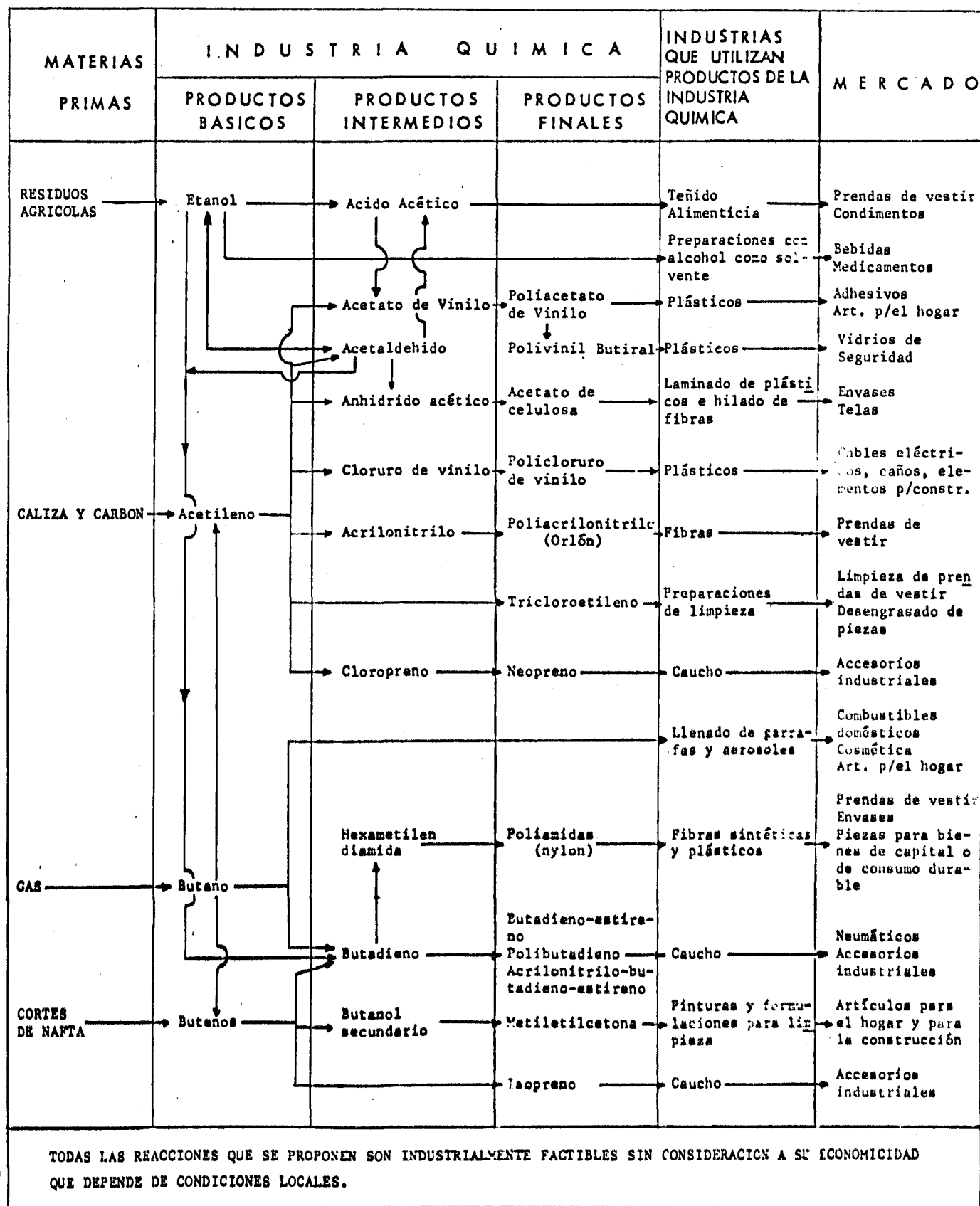
La idea de industrias de proceso es más amplia que la de industria química. Ella incluye no sólo las industrias que realizan transformaciones de composición a nivel de las estructuras moleculares, sino también aquéllas que introducen cambios de composición o de fase a nivel de los agregados de moléculas (transformaciones físico-químicas).

Las industrias de proceso engloban pues a todas las industrias químicas, más aquéllas que reúnen distintas sustancias para obtener determinadas formulaciones o preparados (industrias farmacéuticas, de productos para el hogar, cosmética) y las que extraen sustancias contenidas en vegetales y animales y las acondicionan para uso humano, alimenticio o no (industrias de la alimentación, del papel, etc.).

El campo global de la tecnología y la ingeniería aplicadas a la industria podría dividirse pues en cinco grandes sectores:

- el *electro-mecánico* que abarcaría todas las transformaciones de forma, con o sin modificaciones físico-químicas, realizadas sobre los materiales a fin de producir con ellos equipos, máquinas motrices para accionar esos equipos, generadores de energía y bienes de consumo durables.
- el *electrónico* que, por el gobierno de transformaciones que ocurren a nivel del átomo, buscaría manejar el problema de la captación, transmisión y emisión de señales construyendo los correspondientes aparatos para la comunicación de mensajes.

Ejemplo de Interacción en la Industria Química



- el *de construcciones* que combinaría los materiales, previamente formados por el sector electro-mecánico o no, en las estructuras exigidas para construir edificios, caminos, puentes, diques, puertos, etc.
- el *nuclear* que utilizaría los fenómenos de transformación que ocurren a nivel del núcleo buscando la conversión de masa en energía y el manejo práctico de la energía liberada.
- el *de procesos* tal como se definió más arriba trabajaría a nivel de las moléculas y sus agregados.

Dentro de las industrias de proceso, el sub-sector químico es uno de los más dinámicos, por los efectos de arrastre que tiene, tanto hacia arriba, movilizand o distintas materias primas, como hacia abajo y los costados, sirviendo a o induciendo la formación de otras industrias de proceso, electro-mecánicas, electrónicas, de la construcción y nucleares.

Además de los ejemplos que se dan en la tabla I.2., podemos citar el caso del aluminio, que se extrae principalmente de la bauxita, pero que admite otras materias primas alternativas como las alunitas o las lateritas. A su vez, el aluminio sirve a distintas industrias electro-mecánicas que lo usan en forma de chapas, perfiles o a ciertas industrias de proceso que lo utilizan en forma de polvo (pinturas). Además, continuamente aparecen nuevas aleaciones de aluminio con otros metales que permiten aplicarlo a la fabricación de nuevos objetos o sustituir por él otras sustancias en objetos conocidos.

Otros ejemplos de interacción son los siguientes:

- la extracción del uranio de los minerales (industria química), que atiende los requerimientos de la industria nuclear.
- la purificación de ciertos óxidos o metales que responde a requerimientos de la producción de semiconductores (industria electrónica).

Siguiendo los criterios expuestos se incluirían entre las industrias de procesos los siguientes grupos de la clasificación C.I.I.U. (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) de las Naciones Unidas:

3111-Matanza de ganado y preparación y conservación de carne.

3112-Fabricación de productos lácteos.

3113-Envasado y conservación de frutas y legumbres.

- 3114-Elaboración de pescado, crustáceos y otros productos marinos.
- 3115-Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales.
- 3116-Productos de molinería.
- 3117-Fabricación de productos de panadería.
- 3118-Fábricas y refinerías de azúcar.
- 3119-Fabricación de cacao, chocolate y artículos de confitería.
- 3121-Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas.
- 3132-Industrias vinícolas.
- 3133-Bebidas malteadas y malta.
- 3134-Industrias de bebidas no alcohólicas y aguas gaseosas.
- 3140-Industrias del tabaco.
- 3211-Hilado, tejido y acabado de textiles.
- 3219-Fabricación de textiles, n.e.p.
- 3231-Curtidurías y talleres de acabado.
- 3232-Industria de la preparación y teñido de pieles.
- 3411-Fabricación de pulpa de madera, papel y cartón.
- 3511-Fabricación de sustancias químicas industriales básicas, excepto abonos.
- 3512-Fabricación de abonos y plaguicidas.
- 3513-Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales, excepto el vidrio.
- 3521-Fabricación de pinturas, barnices y lacas.
- 3522-Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos.
- 3523-Fabricación de jabones y preparados de limpieza, perfumes, cosméticos y otros productos de tocador
- 3529-Fabricación de productos químicos, n.e.p.
- 3530-Refinerías de petróleo.
- 3540-Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y del carbón.
- 3692-Fabricación de cemento, cal y yeso.

Estrictamente de proceso químico serían los grupos 3511-3512-3513. En los grupos 3529 y 3692 se mezclan procesos químicos a escala molecular y procesos de cambio de composición a escala de los agregados de moléculas.

También en muchos grupos de la división 31 (industrias alimenticias) se incluyen industrias netamente químicas como la fermentación de residuos agrícolas, junto a industrias de proceso que no hacen sino separar y preparar para uso humano sustancias alimenticias presentes en forma más o menos compleja en los vegetales y en los animales.

En los grupos 3710 y 3720 (hierros y metales no ferrosos respectivamente) se mezclan industrias típicamente químicas (obtención de los metales a partir de los minerales) con industrias de proceso (obtención de aleaciones) y con industrias electro-mecánicas (Laminación, por ejemplo). Lo mismo ocurre en el 3620 donde, junto a la obtención del vidrio, se incluye su posterior transformación electromecánica.

En todo proyecto industrial que utilice procesos químicos o físico químicos es posible distinguir las siguientes etapas; (ver esquema I-1)

a)-*conocimiento básico*: comprende la sistematización de los resultados obtenidos en la etapa de investigación de un proceso en escala de laboratorio y suele abarcar:

- .la cinética físico química fundamental de la transformación que permitirá obtener el producto.
- .un diagrama de bloques indicando las operaciones necesarias para lograr la transformación buscada y los parámetros intensivos y extensivos que condicionan cada una de esas operaciones.
- .un manual con los procedimientos que conviene seguir para realizar las operaciones.

Esta etapa se suele identificar utilizando la expresión inglesa *know-how* aunque, en realidad, constituye más un "saber que" (un *know-what*) que un "saber cómo" hacer. Con los datos que proporciona el conocimiento básico del proceso es posible realizar un estudio de prefactibilidad, estimando los posibles costos de inversión y de operación de la planta.

b)-*ingeniería básica*: constituye el verdadero saber cómo hacer el proceso y resulta de un desarrollo experimental de los datos de la investigación que puede obligar a construir plantas piloto. Suele comprender:

- .un esquema del proceso principal con indicación de flujos y parámetros intensivos.
- .un esquema de los servicios auxiliares necesarios con iguales datos.
- .un esquema de cañerías e instrumentos.
- .un balance material y energético del proceso principal.
- .un balance material y energético de los servicios auxiliares.
- .especificaciones de los equipos fundamentales.
- .un esquema de distribución de los equipos.

Esto permite determinar los costos de inversión con mayor precisión que en la etapa anterior, ya que es posible obtener precios por contacto directo con los probables proveedores de los equipos y de los insumos. Se puede pasar así a un análisis exhaustivo de la factibilidad del proyecto, aproximando posibles precios de venta para el producto a fabricar y anticipando las reacciones del mercado frente a su introducción.

c)-*ingeniería de detalle*: Toma el conocimiento utilizable que surge de la ingeniería básica y lo transforma en utilizado a través de planos, maquetas, listas de materiales, hojas de especificaciones, etc., que permiten encarar la construcción y el montaje de los equipos donde se van a realizar los procesos y la construcción de los edificios que los van a albergar y/o de las estructuras que los van a soportar.

d)-*servicios de compra (procurement)*: en base a las indicaciones de la ingeniería de detalle, se seleccionan los fabricantes y/o proveedores de equipo y las empresas encargadas de la construcción y el montaje de la planta, controlando que los bienes y servicios que se entregan respondan a las especificaciones establecidas. A menudo este tipo de servicios se asocia con la realización de la ingeniería de detalle, aunque también con mucha frecuencia, las empresas productoras de bienes y servicios que contratan la ingeniería de detalle con terceros se reservan el manejo de las compras de los equipos más importantes, dejando en mano de las firmas constructoras y montadoras la provisión de los materiales menores.

- e)-*construcción y montaje*: la supervisión de estas actividades es ejercida normalmente por quienes tuvieron a su cargo la ingeniería de detalle.
- f)-*puesta en marcha*: quien suministra la ingeniería básica o el conocimiento básico del proceso es quien mejor puede controlar la puesta en marcha del mismo.
- g)-*asistencia técnica a la producción*: consiste en el asesoramiento que puede prestar quien ha desarrollado el conocimiento y la ingeniería básica para resolver problemas menores de la producción y/o mantenimiento de la planta.
- h)-*control de calidad*: normalmente, entre los datos suministrados con el conocimiento del proceso y/o su ingeniería básica, se incluyen especificaciones y manuales de procedimientos sobre los métodos a aplicar para controlar la calidad de los productos que se fabrican y de los insumos que se utilizan.
A veces, la provisión de los conocimientos necesarios para realizar el control de calidad conducen a quienes han desarrollado el conocimiento básico y/o la tecnología a supervisar el manejo de la planta una vez completada la instalación y puesto en marcha el proceso.
- i)-*formación del personal*: consiste en el entrenamiento del personal directivo, de supervisión y/o obrero que va a manejar el proceso, en plantas preexistentes del mismo tipo y/o mediante alguna otra forma organizada de transmisión del conocimiento (cursos, simulación sobre computadora, participación en la ingeniería de detalle, la construcción y el montaje).

Las etapas a) y b) constituyen fundamental y primordialmente etapas de creación de conocimientos. El conocimiento básico representa principalmente una creación científica, mientras que la ingeniería básica se identifica con una creación tecnológica. Si bien los ingenieros, como profesionales, pueden intervenir en estas etapas, la ingeniería, como actividad organizada y diferenciada, comenzaría con la ingeniería de detalle.

Muchas veces se usa la expresión "ingeniería de procesos" para designar únicamente la tarea de desarrollo de una ingeniería básica. En esos casos la ingeniería de detalle se suele calificar como "ingeniería de proyecto".

Prefiero hablar de una ingeniería de procesos correspondiente al sector industrial, delimitado en los párrafos anteriores. De ese modo se puede definir una ingeniería básica de procesos y una ingeniería de detalle de procesos, de la misma manera en que es posible diferenciar la ingeniería básica de productos electromecánicos o electrónicos de la ingeniería de detalle de las instalaciones necesarias para producirlos.

Quizás se ganaría precisión y claridad reemplazando la expresión ingeniería básica por conocimiento tecnológico (el tradicional *know-how*), porque, entonces, la única etapa que llevaría la calificación de ingeniería sería aquella que realmente sustenta esa actividad económica. Hablaríamos entonces de conocimiento tecnológico de un proceso y de su correspondiente ingeniería de detalle. De la misma manera, distinguiríamos el conocimiento tecnológico, ligado a la fabricación de un producto electro-mecánico o electrónico, de la ingeniería de detalle necesaria para instalar la fábrica que lo produzca.

Se podría decir que la ingeniería básica es el servicio que conduce a la producción de un bien: el conocimiento tecnológico. Pero me parece preferible distinguir ese servicio con el nombre de desarrollo experimental. De esa manera el sustantivo ingeniería sólo identificaría a la ingeniería de detalle y se destacaría mucho más nítidamente como el servicio que establece el vínculo entre la creación de conocimientos y la producción de bienes y otros servicios.

La forma en que un mismo tramo de cañería aparece especificado en la ingeniería básica y en la ingeniería de detalle ilustra bien sobre las diferencias entre una y otra, mostrando cómo la primera es fundamentalmente conocimiento y la otra principalmente diseño y cálculo. En la ingeniería básica la especificación indica el número del tramo en el correspondiente diagrama del proceso y luego proporciona datos sobre:

-la naturaleza del fluido que circula

- cantidad circulante
- temperatura y presión de trabajo en el tramo
- observaciones particulares sobre corrosión, aislación, etc.

En la ingeniería de detalle el mismo tramo aparece referido no sólo al diagrama del proceso de la ingeniería básica, sino también a los planos de la instalación y al esquema isométrico que lo describe. Desaparecen aquí las variables físico-químicas y aparecen, en cambio, indicaciones sobre dimensiones, estructuras y materiales. Por ejemplo:

- longitud del tramo.
- diámetro de la cañería.
- tipo de caño a usar.
- accesorios (válvulas, codos, curvas, uniones, etc.) que el tramo contiene.
- tipo y espesor de la aislación con que se recubrirá el caño.
- tipo de soportes que sostendrán el tramo.

Los elementos que hemos descripto (conocimiento básico, conocimiento tecnológico o ingeniería básica, ingeniería de detalle o simplemente ingeniería) intervienen, como dijimos, en la utilización industrial de cualquier proceso y parecen constituir una secuencia temporal lógica, una especie de cadena ontogenética cuyos eslabones ligan la planta industrial con el laboratorio. Secuencias de ese tipo pueden observarse en algunas realizaciones de la industria de procesos. Por ejemplo, el nylon nace de las experiencias de laboratorio de Carothers y es desarrollado luego por Du Pont, empresa para la cual Carothers trabajaba.

El conocimiento básico y el conocimiento tecnológico que surgen de esos primeros trabajos permiten acortar la cadena en todas las realizaciones posteriores. En las plantas de nylon, a partir de la segunda, bastó seguramente comenzar por la ingeniería de detalle basada sobre el conocimiento tecnológico previo. Sin embargo, históricamente, los elementos no siempre se presentaron en el orden indicado. A pesar de que la química es una de las industrias que más se apoyan en el conocimiento científico (*science based industries*), muchos productos se comenzaron a fabricar empíricamente. Antes de que se supiera bien qué es lo que se hacía o porqué ocurrían los procesos (conocimiento

científico) y antes también de que se organizara el saber cómo hacer el proceso (conocimiento tecnológico).

Por ejemplo, los alquimistas fabricaban ácido sulfúrico descomponiendo por calor alumbre o sulfato de cobre y recibiendo en agua el anhídrido sulfúrico formado. Recién en 1700 se empieza a quemar azufre en recipientes de vidrio, dejando reaccionar los gases resultantes con aire húmedo, para oxidar al anhídrido sulfuroso a sulfúrico y combinarlo después con el agua. Cincuenta años después, se agregan óxidos de nitrógeno que se había descubierto que podían acelerar la oxidación, aunque todavía no se sabía cómo esos óxidos intervenían en la reacción. No obstante, esto permitió pasar de recipientes de vidrio a cámaras de plomo y empezar a vender ácidos por toneladas, reduciéndose el precio en un 90%.

Hay que esperar hasta 1831 para que aparezca otro procedimiento patentado empíricamente por P. Phillips. Consistía en hacer pasar anhídrido sulfuroso producido por la combustión de azufre y oxígeno por un tubo de platino o porcelana conteniendo alambre de platino o platino dividido calentados al rojo.

Se trataba de una oxidación catalítica, cuyo mecanismo era tan poco conocido en ese momento, que se creía que era necesario que las mezclas contuviesen cantidades equimoleculares de anhídrido sulfuroso y de oxígeno, cuando en realidad la estequiometría de la reacción obedece a una relación 2 de anhídrido: 1 de oxígeno. Recién en 1901, Knietsch pone a punto el proceso en la Badische Anilin und Soda Fabrik, mostrando los errores anteriores y, 25 años más tarde, la Monsanto Chemical Co. introduce el primer catalizador de pentóxido de vanadio que permite un manejo industrial mucho más sencillo del proceso. El reemplazo por este procedimiento, llamado de contacto, del viejo método de las cámaras, hace que los precios del ácido disminuyan otra vez 90%.

En este caso la generación del conocimiento científico representa la última etapa histórica en la cadena de utilización práctica del proceso. Fue el conocimiento íntimo de la reacción catalítica el que permitió introducir economías verdaderamente importantes en el proceso de contacto que hoy prácticamente es el único utilizado.

Esta inversión histórica de la secuencia ciencia-tecnología-ingeniería es más frecuente aún en las industrias metal-mecánicas. "La revolución industrial del siglo XIX tuvo muy poco que ver con la ciencia. Las máquinas de tejer y otros equipos textiles no entrañan absolutamente ningún conocimiento científico".*

Pero si todavía muchas invenciones vienen de "personas que en los galpones traseros de sus jardines juegan con pedazos de latón y lentes e inventan un nuevo modelo de trampa para ratones o una nueva manera de platear metales"**, los avances más significativos en la resolución de problemas se producen cuando se aplican secuencias ordenadas que comienzan por una investigación cuidadosa, siguen con el desarrollo experimental de los resultados obtenidos y terminan diseñando y calculando las instalaciones productivas donde aplicarlos. Esto es especialmente cierto en las industrias de proceso que venimos considerando, sobre todo a partir del momento en que la química orgánica da nacimiento a las industrias de colorantes artificiales y a la agroquímica.

"Hasta la Segunda Guerra Mundial la imagen pública del científico se confundía con la del químico".

"Todas las otras ciencias eran simplemente filosofía de la Naturaleza".***

* * *

* Solla Price, Derek de, Trabajo citado, pág. 21

** ibid, pág. 7

*** ibid, pág. 4

ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LAS INDUSTRIAS QUIMICAS

Las industrias químicas constituyen un sector industrial caracterizado por la homogeneidad de sus productos que se comercializan en base a especificaciones físico químicas objetivas con escasa o ninguna influencia de factores tales como la imagen de mercado o la confianza en la marca. Su mercado es preponderantemente intra-industrial.

Los productos químicos se obtienen mediante procesos difíciles de imitar o de sustituir y que se generan o modifican a un ritmo más lento que el correspondiente a los cambios que sufren los productos en industrias de productos altamente diferenciados.

Las características de homogeneidad de producto se acentúan en los subsectores básico e intermedio, mientras que se debilitan en el grupo de productos finales, donde comienzan a aparecer diversificaciones que responden a la sofisticación creciente de los mercados terminales que usan dichos productos finales.

Todos los ácidos sulfúricos de concentración 98% son iguales entre sí y los fabricantes no pueden argüir sino ventajas diferenciales menores, de poca influencia sobre su utilización posterior, tales como algunas partes por millón de menor contenido de hierro, como resultado de una elaboración más cuidadosa. En cambio en la polimerización del cloruro de vinilo es posible introducir variantes que permiten a una empresa reclamar para su producto mejores rendimientos, en la extrudación por ejemplo, en relación al de un polímero preparado por la competencia.

Con las tecnologías actualmente disponibles las industrias químicas son fuertemente capital intensivas, sobre todo a nivel de las producciones básicas e intermedias.

No obstante promueven indirectamente el empleo de mano de obra porque las industrias que utilizan sus productos se prestan más a la aplicación de tecnologías trabajo intensivas. También suelen ser trabajo intensivas las explotaciones destinadas a extraer y preparar las materias primas que la industria química necesita.

La inversión bruta requerida por individuo empleado en la industria química es de 3 a 5 veces mayor que en el promedio de todas las industrias*.

Empleando la misma tecnología, las economías de personal por aumento de escala de producción parecerían responder a la fórmula**

$$\frac{N_1}{N_0} = \left(\frac{C_1}{C_0} \right)^{0.25/0.33}$$

donde:

N_1 es el número de empleos a estimar en hombres por turno para la capacidad de producción C_1 en ton/año.

N_0 es el número de empleos conocido para la capacidad C_0

Un aumento del 100% en el volumen de operaciones significaría por lo tanto incrementar entre 19 y 26% el número de empleos.

Estadísticas de la industria química de diversos países muestran que cada millón de dólares de inversión generaría aproximadamente los siguientes empleos:***

- 6 profesionales de la química para trabajos técnicos (investigación y desarrollo, producción e ingeniería)
- 2 profesionales de la química para trabajos comerciales.
- 1 otros técnicos
- 12 capataces o supervisores.
- 13 operadores de proceso.
- 14 obreros comunes no calificados.

Además, a igualdad de tecnologías, los procesos químicos son sensibles a las economías de inversión resultantes de los incrementos de escala, respondiendo a una ecuación del tipo:****

* Bucay, B. "Contribuciones para una teoría de la integración de la industria de proceso", *Revista del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos*, Octubre, Noviembre 1973, pag. 11.

** ibid.

***Cálculo realizado en base a datos contenidos en el artículo sobre recursos humanos en la industria química y de proceso publicado sin mención del autor en la *Revista del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos*, Diciembre 1973/ Enero 1974, pag. 38. La conversión de pesos mexicanos a dólares se ha hecho sobre la base de una tasa de cambio de 12,5 pesos mexicanos por dólar.

****Naciones Unidas, *La Industria Química en América Latina*, Nueva York, 1963, pag. 294.

$$\frac{I_1}{I_0} = \left(\frac{C_1}{C_0} \right)^{0,5/0,8}$$

donde:

I_1 es la inversión a estimar para la capacidad C_1

I_0 es la inversión conocida para la capacidad C_0

Esto significa que una triplicación de la capacidad de producción entraña economías de inversión que varían entre un 20 y un 40 %.

Por otro lado el sector se caracteriza porque sus tecnologías son complejas y evolucionan constantemente buscando:

- productos diferentes a partir de una misma materia prima.
- distintas materias primas para fabricar un mismo producto.
- mejores rendimientos y costos más bajos en la fabricación de un producto dado con una materia prima determinada.

Se originan así gran número de tecnologías alternativas disponibles para un mismo proceso o un mismo producto, que se comercializan por distintas vías.

Datos de una publicación ya citada* muestran que sobre 1271 tecnologías de procesos puestas a disposición del mercado por 227 empresas que las han desarrollado, no todas son comercializadas directamente por ellas: 303 son negociadas por 68 empresas de ingeniería. Es decir que en algunos casos se separa la comercialización del conocimiento de su producción, aunque las unidades creativas que lo generan y las empresas de ingeniería que lo licencian pertenezcan a menudo al mismo grupo económico. La división suele hacerse para lograr mayor eficiencia y agilidad en cada tarea por medio de estructuras especializadas. En ciertos casos la división puede obedecer a razones de optimización impositiva.

Según esas cifras cada unidad creativa, departamento de desarrollo de una empresa productiva o fábrica de tecnología** habría producido alrededor de

*Cifras basadas sobre el trabajo *Process Technology for License or Sale, Chemical Engineering*, 20/4/70, pag. 114 a 144.

**Jorge A. Sábato llama fábricas de tecnología a las unidades creativas que se separan totalmente de las unidades productivas y constituyen empresas destinadas exclusivamente a generar conocimientos aplicales a la producción.

5,5 tecnologías en promedio, mientras que cada unidad de ingeniería dispondría de unas 4,4 tecnologías para comercializar.

Si analizamos el grado de concentración creativa entre las empresas incluidas en el universo estudiado, encontramos que 9,3% de las mismas ofrecen el 47,2% del total de tecnologías incluidas en la muestra. Análogamente, un 8,82% de las empresas de ingeniería consideradas podía comercializar un 40,12% del total de ofertas * posibles de realizar por ese medio.

Esta intensidad de la oferta de conocimiento exige una rigurosa organización de cada proyecto de inversión para realizar una selección y evaluación cuidadosa de las tecnologías alternativas. Pero además en la industria química se manifiesta con intensidad singular una paradoja del problema de adquisición de conocimientos para la producción: cuando se quiere instalar y poner en marcha un proceso, la dependencia en cuanto al suministro de la tecnología y la ingeniería por terceros es tanto mayor cuanto más empírico haya sido el desarrollo de dicho proceso. Un proceso de base científica puede reproducirse si es de libre disponibilidad, contando con un grupo de ingeniería de nivel adecuado. Un proceso de base empírica, aún cuando no tenga apropiación, es difícil de copiar, incluso disponiendo de capacidad instalada para desarrollar experimentales y tareas de ingeniería.

Un ejemplo puede servir para ilustrar esta paradoja. En una instalación de tostación de sulfuros metálicos con posterior reducción térmica del óxido por un lado y producción de ácido sulfúrico con los gases por el otro, el proceso más empírico suele ser el de la reducción térmica. El comportamiento de los hornos no responde muy bien a las previsiones matemáticas; esos equipos presentan sinnúmero de triquiñuelas en su diseño y construcción que necesitan ser transmitidas por quienes las han aprendido en experiencias previas o deben, en caso contrario, descubrirse por experiencia propia, por medio de ensayos piloto sucesivos, de tamaños crecientes. Esto resulta lento y costoso cuando no se trata de crear algo nuevo, sino de re-inventar algo ya probado en otros

*El total de la oferta (491) no resultó igual al total de tecnologías negociadas (303) porque algunas de estas eran comercializadas por más de una empresa de ingeniería.

lugares, en diferentes escalas.

En cambio el diseño de una planta de oxidación catalítica del anhídrido sulfuroso de los gases obedece perfectamente a las herramientas matemáticas de que hoy dispone un ingeniero químico para proyectar reactores, torres de absorción, lavadores, refrigerantes, etc. Además hay una abundante bibliografía disponible con datos para el cálculo como ser constantes físico-químicas de los fluidos que intervienen en el proceso, coeficientes de transmisión calórica, velocidades de reacción, etc.

El valor agregado en la industria química suele ser alto. El valor de algunos productos petroquímicos intermedios o finales puede llegar a ser 10 o 15 veces mayor que el de sus respectivas materias primas. Así cuando el benceno estaba a 0,48*, el ciclo hexanol, que podía obtenerse a partir de él, se cotizaba a 1,90 y el nylon 66, del cual el último era un intermediario, alcanzaba un precio de 7,30.

En secuencias menos complejas y menos ramificadas los factores de multiplicación son menores: cuando el cumeno se cotizaba a 0,80, el fenol resultante llegaba a 1,10 y las resinas fenólicas se vendían a 2,10.

Hay quienes sostienen que el costo unitario de un producto disminuye con el tiempo transcurrido desde el arranque de la planta. La reducción sería proporcional a la experiencia adquirida medida por la producción acumulada.**

$$c(t) = a E^{-n}(t)$$

$$E(t) = \int_0^t P_r dt$$

donde: $c(t)$ es el costo unitario al tiempo t medido desde la puesta en marcha de la instalación

a es un coeficiente de proporcionalidad

E es la experiencia acumulada medida por la integral de la función de producción respectiva.

n es un coeficiente que oscilaría entre 0,3 y 0,5 para la industria química.

* Como se trata de establecer valores comparativos las unidades monetarias no tienen importancia, pero de cualquier manera los datos corresponden a cotizaciones reales en francos franceses por Kg según la revista *Chimie et Industrie* de Octubre de 1972.

**Bucay, B., Artículo citado, pag. 12.

Según esta expresión el costo unitario de los productos químicos a precios constantes de los insumos descendería entre 20 y 30% al doblarse la experiencia.

No he podido someter la ecuación anterior a una verificación estadística, pero mi experiencia en la industria química me hace dudar de la utilidad de su aplicación a la misma. Me parece más apropiada para industrias trabajo intensivas que requieren mucha habilidad mecánica en su personal. En la industria química el bajo empleo, el uso intensivo del control automático y la predominancia de los procesos continuos hacen que la curva de aprendizaje no se extienda mucho en el tiempo. En otras palabras: los niveles nominales de producción se alcanzan en un tiempo muy corto. Si el diseño ha dejado márgenes para aumentar los flujos ese nivel nominal puede incluso ser sobrepasado sin exigir largos esfuerzos. A partir de ese momento el *trouble shooting* y los trabajos para optimizar los procesos poco pueden hacer para aumentar la productividad del complejo de insumos, salvo que modifiquen sustancialmente la tecnología, cambiando equipos, materias primas o insumos intermedios. Pero en ese caso ya estaríamos en otra función de producción.

Además sobre la experiencia acumulada juega mucho la continuidad del capital humano de la empresa.

La proyección de la demanda de productos químicos puede sintetizarse en una expresión bi-exponencial*

$$D(t) = \frac{A e^{kt}}{1 + B e^{bt}}$$

donde, si

$b = 0$, hay crecimiento exponencial sostenido. Esto raramente ocurre y la aplicación de este tipo de extrapolaciones en estudios de mercado puede inducir a errores.

$b < k$, el crecimiento al principio exponencial del orden k se va frenando hasta corresponder a una exponencial de orden menor $k-b$ que generalmente es del tipo vegetativo.

*Bucay, B., Artículo citado, página 14.

$b = k$, alcanzado cierto punto la demanda se satura.

$b > k$, la demanda pasa por un máximo y luego decrece también en forma exponencial.

El desarrollo de la industria química en Latinoamérica comienza con la extracción de algunas materias primas disponibles que sólo son usadas localmente cuando no exigen transformaciones complejas: por ejemplo destilación del petróleo o combustión del gas y del carbón. De otra manera o no son aprovechadas o se exportan para luego adquirir en el exterior los productos resultantes de su transformación.

La sustitución de esas importaciones se inicia a su vez por aquellos bienes que se fabrican con los productos finales de la industria química. Luego avanza hacia el reemplazo de esos productos finales y bastante después emprende la integración de la cadena productiva con la producción local de los básicos e intermedios.

Al ir sustituyendo importaciones desde los niveles terminales hacia los básicos, la balanza de pagos no mejora en proporción al monto de las importaciones sustituidas porque

- se gastan divisas para adquirir bienes de capital que la industria exige y que los mercados nacionales no están, al menos al comienzo, en condiciones de producir ya que la sustitución se realiza generalmente sin una planificación previa que permita anticipar esos requerimientos y equipar convenientemente talleres locales.
- se pagan precios muy altos por los conocimientos tecnológicos necesarios para realizar la producción local y muchas veces la cesión del derecho de uso de esos conocimientos a la industria nacional al suministro de insumos externos sobrefacturados.
- se drenan divisas para retribuir los capitales externos que concurren a soportar los costos de inversión de la producción local.

Si a todo esto se agrega que la escala de producción en los países latinoamericanos es menor que la correspondiente al óptimo para el cual ha sido diseñada la tecnología que se adquiere, no resulta difícil explicar la di-

ferencia que normalmente se observa entre costos internos y los supuestos costos internacionales.

Se ha propuesto relacionar el precio local de un producto con el respectivo precio internacional por intermedio de un factor que representaría el "costo aceptable del desarrollo".*

$$P_1(t) = \emptyset P_i(t)$$

donde

P_1 es el precio local del producto; y

P_i es el precio en el país de donde se importaría.

Según algunas opiniones el \emptyset no debería ser mayor de 1,15%; en otras situaciones se admite un \emptyset igual a 2 (o sea 100% de diferencia). En todos los casos la compración se establece sobre la base de iguales costos de materias primas y para un mismo tiempo (t) de experiencia acumulada.

Los mayores costos, las dificultades de transporte de muchos productos intermedios y básicos, la sobrecapacidad instalada en los países centrales, las cláusulas restrictivas de los contratos de licencia de las tecnologías productivas y la falta de capacitación y de oportunidades de aprendizaje de la tecnología de las ventas al exterior en las empresas que no forman parte de corporaciones multinacionales, se conjugan para hacer que esta industria sea poco exportadora en Latinoamérica.

* * *

*Bucay, B., pág. 26, El autor denomina al factor \emptyset precio de desarrollo. Yo prefiero hablar de costo de desarrollo.

CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DE UNA INDUSTRIA QUIMICA NACIONAL

No son muy diferentes a las necesarias para el desarrollo de la industria en general. Implican, fundamentalmente, los factores que se analizarán enseguida sucintamente, considerando la situación actual de esa industria y su evolución histórica en los países más industrializados. Más adelante* se comparan estas condiciones con las de dos países de América Latina.

a) *Un mercado conveniente para la colocación de los productos.*

Dicho mercado está ligado al crecimiento demográfico y al incremento de poder adquisitivo de la población.

Los antecedentes históricos y el análisis económico actual muestran que el desarrollo del sector agrícola de una país constituye la base fundamental para la formación de ese mercado interno: por la elevación del poder de compra del campesinado y porque una agricultura eficiente puede alimentar las masas urbanas empleadas en la industria a precios convenientes. Una agricultura eficiente origina, además, excedentes que, vertidos al mercado exterior, se traducen en recursos financieros que deberían sumarse a la formación de capital generada por las ventas internas, para sostener entre ambos la industrialización.

En el caso particular de la industria química, la relación con el agro es aún más estrecha porque esta industria creció suministrando los fertilizantes, los herbicidas, el acero, los combustibles, etc., que el agro necesitaba para aumentar su productividad y éste, a su vez, vendiendo más productos a más mercados, generó el capital de equipamiento y trabajo y la demanda que la industria requería para su crecimiento.

Donde se dio una complementación de ese tipo hubo real desarrollo y no mero crecimiento. Allí las estructuras sociales y culturales ligadas a la explotación de la tierra evolucionaron dejando a un lado formas primitivas e ineficaces, para adoptar características industriales en cuanto a tecnología y métodos de gestión.

*Ver capítulos 4 y 5 sobre Argentina y México respectivamente.

b) *Protección aduanera adecuada*

Como el proceso de industrialización no se da en forma simultánea en todos los países, aquéllos que iniciaron el despegue de su desarrollo con cierto retardo deben adoptar tarifas de protección aduanera frente a los que ya han llegado a etapas de crecimiento tales que le permiten verter excedentes de productos químicos a precios bajos en los mercados externos. En otros casos la protección se impone frente a mercados donde los productos se generan a bajo costo, no tanto por haber llegado a grandes escalas de producción, sino porque los factores que en ella intervienen son remunerados según patrones totalmente diferentes.

Por otra parte, como la industrialización pocas veces sigue la secuencia integrada, productos básicos-productos intermedios-productos finales-, la introducción de aquellos insumos que necesiten los procesos aislados instalados y que aún no se produzcan en el país, debe verse favorecida y controlada a la vez, evitando que un manejo artificial de los precios externos de los mismos entorpezca el desarrollo local.

c) *Orientación selectiva del crédito*

Aún en las mejores condiciones de generación y aplicación interna de capitales, la industria química, fundamentalmente capital-intensiva, necesita del apoyo crediticio para hacer frente a sus inversiones y a las exigencias de su capital de trabajo.

En general, el esfuerzo principal del sector público se vuelca en los créditos a largo plazo para equipamiento, procurando que los fondos de movimiento sean generados por la misma actividad empresarial.

A su vez, esos fondos para equipamiento se orientan selectivamente hacia las industrias llamadas de arrastre, que originan efectos multiplicadores hacia abajo y hacia arriba, pero sin que ello se convierta en un principio dogmático. La existencia de una industria siderúrgica no basta para atraer a los utilizadores del acero y, por el contrario, países como Suiza han podido industrializarse sin producirlo.

La selectividad debe apuntar también a la descentralización geográfica, a fin de lograr el crecimiento armónico del espacio físico e ir absorbiendo

el excedente de mano de obra agrícola "in situ" a medida que ésta va siendo liberada por el aumento de la productividad de la tierra. Disminuiría quizás la subproletarización de los grandes conglomerados urbanos con su secuela de villas-miseria.

Esa selectividad también debe tener en cuenta el real valor agregado, pues, al hacer el balance completo de algunas industrias, teniendo en cuenta sus transferencias al extranjero, se obtiene un valor agregado negativo. Es el caso de industrias implantadas gracias a códigos de inversión demasiado liberales o el de aquéllas que efectúan una transformación simple de una materia prima importada.

d) Apoyo del sistema científico-técnico-educativo

La industria química, de alta productividad y fuertemente capital intensiva, genera conocimientos y los incorpora a sus procesos a un ritmo tal, que la obsolescencia técnica de los procedimientos supera, en muchos casos, el deterioro físico de los equipos.

Ello exige un apoyo constante de la ciencia y la tecnología por intermedio de investigaciones y desarrollos experimentales adecuados, y obliga a la educación a

- transmitir a los científicos el conocimiento más avanzado que se haya producido en cada campo.
- dotar a los ingenieros de las herramientas físico-matemáticas más modernas y más perfeccionadas.
- formar economistas, psicólogos sociales, ecólogos y arquitectos capacitados para trabajar junto a los ingenieros en la organización de los proyectos y en la organización y gestión de las empresas.
- preparar cuadros técnicos medios que van a actuar como auxiliares tanto de las tareas productivas como creativas.
- preocuparse por la educación permanente de la mano de obra teniendo en cuenta que en esta industria se acentúa la tendencia a convertir todo el trabajo en trabajo complejo.
- desarrollar en todos la sensibilidad necesaria y suficiente para captar la realidad en sus múltiples aspectos.
- establecer canales de comunicación fluidos entre el sector productivo y el creativo.

CAPITULO II

INGENIERIA Y TECNOLOGIA A ESCALA

La tecnología debe ser tratada como una variable y no como un parámetro de los problemas socio-económicos.

TECNOLOGIA A ESCALA

Su filosofía

El concepto de economías de escala impregnó la formación de los ingenieros tanto en los países centrales como en los periféricos. En los primeros originó las realizaciones gigantes que, entre otros efectos, llevaron a los viejos y nuevos colonialismos a buscar mercados para la colocación de excedentes.

En los países periféricos el concepto de economía de escala actuó como una droga paralizante, impidiendo, o retardando, los esfuerzos que podrían haber roto la dependencia mediante la construcción de sistemas productivos de bienes y servicios genuinamente autóctonos.

Cuando algunos comienzan a preocuparse por encontrar una tecnología a través de cuyo manejo los dos tercios de la humanidad que padecen hambre y miseria puedan salir de su estancamiento, el peso de la formación tradicional les hace pensar soluciones que no son sino modificaciones de los viejos conceptos. Aparecen, así, ideas como las siguientes:

- Que los países periféricos deben comenzar su desarrollo utilizando las tecnologías con que comenzaron los bisabuelos y los abuelos en las zonas más desarrolladas (buen pretexto, a veces, para vender maquinaria y procesos de segunda mano).
- Que basta hacer un *scale down* de los procesos en uso en los países centrales (con lo que se vende el proceso en sí y la ingeniería de adaptación).
- Que los países periféricos sólo deben introducir tecnologías periféricas o auxiliares que, a través de procesos y operaciones mano de obra intensivas, se integren con las tecnologías más avanzadas de los países centrales (manera de exportar mano de obra barata en productos intermedios, piezas y partes).

A menudo las discusiones sobre estas, así llamadas, "tecnologías apropiadas" suelen polarizarse alrededor del mayor o menor uso de mano de obra y suelen considerar la tecnología como un dato previo a cualquier problema económico. Es decir que razonan el problema de los costos y beneficios sociales y

privados de cada proceso productivo sobre la base de las tecnologías existentes en el momento del análisis.

Por ejemplo, Sarah Jackson*, en su estudio sobre tecnologías económicamente apropiadas para los países en desarrollo, dice: "Es evidente que pueden existir algunas industrias, tales como la de refinamiento del petróleo y la de procesamiento de metales, que necesitan alta intensidad de capital para producir los productos con suficiente calidad y bajo precio y para las cuales prácticamente no hay tecnologías alternativas."

En el mismo trabajo, puede leerse también: "Muchas industrias no son económicamente divisibles y deben instalarse para mercados más amplios".**

Se descarta así, de entrada, toda posibilidad de tecnologías diferentes con una distribución más conveniente de costos de inversión y costos operativos. Algunos ejemplos que hemos*** podido estudiar y que comentamos más adelante y otros que nos ha tocado vivir, nos muestran, en cambio, que nuevas tecnologías realmente apropiadas a las condiciones de los factores de producción local, pueden ser generadas en cuanto cada país pone en ejercicio su creatividad local, sin prejuicios ni tabúes, sin miedo a "quemarse" y dejando de poner todas sus esperanzas en el afuera, en los demás.

En otra parte del trabajo que venimos comentando se dice: "...en aquellos países que no estén dispuestos a corregir las distorsiones en los precios de los factores habrá probablemente menos futuro para las tecnologías apropiadas que en aquellos otros donde esos precios reflejen sus condiciones de escasez relativa."****

Resulta fácil ver que el énfasis está puesto en este caso en la utilización de abundantes y baratos recursos humanos de los países de menor desarrollo. Frente a proyectos de inversión industrial, los países de menor desarrollo, siguiendo ese criterio, enfrentarían sólo dos opciones: utilizar las tecnologías apropiadas, que se identifican con tecnologías mano de obra intensivas, o preferir las tecnologías llamadas "occidentales", altamente capital intensivas.

* Jackson, S., *Economically appropriate technologies for developing countries: a survey*, Overseas Development Council, Washington, 1971, pag. 8

** *ibid*, pag. 13.

*** En este capítulo voy a usar el plural, porque a este desarrollo conceptual han contribuido fuertemente Jorge A. Sábato y Alberto Araoz.

**** *ibid*, pag. 10.

Todo ello debería ocurrir dentro del marco de una economía liberal clásica, donde no hubiese control de cambios, ni protección aduanera, ni intervenciones estatales en materia de seguridad social y distribución del ingreso que pudiesen perturbar el equilibrio de los precios correspondientes al libre juego de la oferta y la demanda. En esos casos no se produciría una elevación de los salarios "por encima del nivel que debería corresponder según la teoría económica a sociedades con abundancia de mano de obra" ya que las retribuciones al trabajo no serían distorsionadas por factores tales como "el salario mínimo, la legislación de beneficios sociales, la organización sindical."*

Cuando no se recurre a supuestos de ese tipo, la selección de tecnologías mano de obra intensiva se suele basar sobre una relación alta entre costo de capital y costo del trabajo. Esta relación se mide en un momento dado en el país donde se va a utilizar la tecnología y, para establecerla, se consideran los costos que el mercado registra para cada uno de los factores y su disponibilidad relativa. Pero muchas influencias coyunturales pueden alterar los índices así fijados. Por ejemplo, en algunos proyectos se consiguen tasas bancarias preferenciales para financiar la compra de bienes de capital. En países con inflación, esas tasas pueden significar un interés real mucho menor que el nominal del mercado.

Por otra parte los costos nominales de mano de obra que se usan en los análisis no suelen considerar los costos invisibles originados por distintos tipos de tensiones sociales. Cuando un determinado sector industrial comienza a desarrollarse en un país dado, las primeras dotaciones obreras suelen enrolarse con salarios bajos. A medida que el sector se afianza, su organización gremial se fortalece, consigue la protección gubernamental y comienza a ejercer presión por aumentar las retribuciones.

Los conflictos que el proceso señalado origina traen aparejados costos invisibles por huelga, ausentismo, enfermedades por somatización de tensiones, falta de concentración mental, deliberaciones formales e informales en los lugares y horas de trabajo, etc., que se suman a los costos crecientes de seguridad social (jubilación, indemnización, vacaciones, salario familiar,

*Jackson, S., *Economically appropriate technologies for developing countries: a survey*, Overseas Development Council, Washington, 1971, pag. 10.

aprendizaje, etc.).

Cuando, para intensificar el empleo de tecnologías manos de obra intensivas, se propone reducir o eliminar los costos sociales de la mano de obra, a fin de que los salarios puedan responder a su condición de oferta abundante, se olvida que, cuanto más se pretenda eliminarlos, mayores serán los costos invisibles. Son esos costos invisibles los que llevan a muchos empresarios latinoamericanos a resistir aumentos en la dotación de personal, prefiriendo endeudarse y reemplazarla por máquinas.*

Por su lado, los defensores de las inversiones intensivas de capital sostienen que los retornos que se obtienen con ellas son más grandes, acelerándose el proceso de acumulación de capital y, por lo tanto, las posibilidades de crecimiento económico futuro. Pero, en Latinoamérica al menos, las reinversiones son escasas y los beneficios no reingresan al circuito financiero interno. Los excedentes en manos de particulares emigran para protegerse de la inflación. Muchas empresas, tratan de reducir los beneficios contables al mínimo, girándolos anticipadamente por mecanismos que los transforman en gastos corrientes: regalías abultadas, sobrefacturación de insumos, subfacturación de ventas, asistencia técnica, comisiones en el exterior, etc.¹

Además, admitiendo que las inversiones masivas de capital maximicen el producto total en el menor tiempo posible, cabría preguntar: ¿a dónde va ese mayor producto? La experiencia nos dice que, en Latinoamérica, esa vía a menudo favorece la concentración del ingreso en pocas manos.

Hay quienes arguyen que en el análisis importa tener en cuenta no sólo el tipo de tecnología (mano de obra o capital intensiva) que se elige para un proyecto dado, sino también quién ejecuta el proyecto en cuestión: Estado o sector privado. Parecería, sin embargo, que la contribución de una inversión a la justicia distributiva no depende tanto del actor. Más importante es ver si esa inversión se inserta en el marco de una economía planificada, cuyo objetivo fundamental sea el de asegurar pleno empleo e igualdad de acceso a los satisfactores esenciales.

Nosotros creemos que los defensores de uno u otro tipo de tecnologías (mano

*Diamond, M., *Las posibilidades de una tecnología nacional en Latino América*, Foro interamericano sobre el desarrollo tecnológico, Austin, Febrero 1975, (mimeografiado).

de obra o capital intensivas) o de uno u otro tipo de actores (estado o particulares) están impregnados de una misma filosofía: la que subyace a la idea de economías de escala y que consiste en suponer que un sistema económico, librado a sus propias fuerzas tiende a buscar el equilibrio reduciendo costos y traduciendo esos ahorros en los precios de venta.

Además el concepto de economías de escala, en la forma en que fue manejado por las fuentes de poder económico y de acondicionamiento cultural, constituyó una excelente herramienta para afianzar la división internacional del trabajo en favor de los intereses de las potencias centrales donde se acumulaban capital y conocimientos.

Surge así una contradicción que es posible observar también en otros desarrollos de la economía política clásica: se diseñan instrumentos basados sobre la idea de favorecer la búsqueda del equilibrio por concertación de las fuerzas en presencia y esos instrumentos, en la práctica, sirven, a nivel nacional, para establecer el dominio del más fuerte y a nivel internacional para consolidar la preponderancia de las fuerzas acumuladas en los sistemas centrales sobre las que pugnan por abrirse paso en los periféricos.

Ideológicamente se teoriza sobre la concertación armónica de los intereses; en la realidad surge una voluntad que planifica el desarrollo interno y externo en función de ciertos intereses solamente, aunque esa planificación no se reconozca ni se organice oficialmente como tal.

Benedek y Lazlo* intentan establecer una analogía entre la disminución de costos que según la teoría económica clásica liberal debería producirse en un sistema económico que busque espontáneamente su equilibrio y la reducción de potencial termodinámico o entalpía libre que sufre un sistema físico que quiere mantenerse isoterma e isobara mientras evoluciona hacia el equilibrio intercambiando energía con el medio que lo rodea. Aunque la publicación no lo aclara suponemos que a las condiciones de temperatura y presión constantes que la analogía fija para el sistema físico deben corresponder condiciones de precio de venta y de presión de demanda también fijas para el sistema económico. Esas condiciones son necesarias cuando se quiere mi-

*Benedek y Lazlo, A., *Les bases scientifiques du Génie chimique*, París, Dunod, 1972, pag. 392.

nimizar costos al mismo tiempo que se maximizan beneficios, pero dejan de serlo si la optimización se centra únicamente sobre los costos.

Además no creemos que los procesos económicos tiendan espontáneamente a un equilibrio y menos que éste se alcance estocásticamente. Cuando el ingenio humano utiliza el potencial que tiende a llevar los sistemas físicos a su estado de equilibrio más desordenado, introduce fuerzas que permiten disciplinarlos para extraer de ellos trabajo útil. De la misma manera, los procesos económicos pueden y deben disciplinarse para realizarlos con el mínimo de trabajo humano, aprovechando simultáneamente el potencial generado por la necesidad.

Si quisiéramos establecer alguna analogía termodinámica de nuestra manera de razonar, deberíamos buscarla en el primer principio que considera que la energía total de un sistema se reparte entre energía ligada a la producción de trabajo externo y energía interna. Podemos decir, de manera similar, que la energía de los seres humanos se divide entre una energía que se dedica socialmente a producir trabajo y una energía que se gasta en el juego y el consumo individuales. Al querer minimizar el costo total del trabajo (actual más acumulado), estamos al mismo tiempo tratando de maximizar socialmente la energía lúdica, es decir, aquella parte que no está ligada a la producción de satisfactores por medio de un trabajo alienado.

Nosotros pensamos que es posible diseñar una tecnología a escala y sobre todo una tecnología a la escala del Hombre y de su Medio. Entendemos por tal el conjunto de operaciones, procesos y métodos de control, organización y administración que da el costo mínimo para la producción de un bien o servicio, dentro de cinco restricciones de contorno:

- el volumen particular que el mercado de cada país ofrece para el bien o servicio en cuestión.
- las características también particulares que en cada país presentan los factores de producción: capital, mano de obra y recursos naturales.
- las características antropológicas de la población que deberá manejar el proceso y consumir el bien o servicio.
- las condiciones ecológicas del entorno donde se efectuará la producción.
- el estado del conocimiento respecto a la producción del bien o servicio en el momento de efectuar el análisis.

Obviamente la palabra *costo* está usada en sentido genérico y sólo adquiere su significado económico preciso cuando lo permiten las variables consideradas.

En algunos casos adquirirían preponderancia en el análisis los costos empresariales, microeconómicos; en otros los costos sociales, macroeconómicos. De todos modos el enfoque sistémico, dentro de las restricciones de contorno fijadas, obligaría a un permanente interjuego, a una continua confrontación entre ambos.

En algunas de las etapas del razonamiento que vamos a proponer (la de selección de operaciones por ejemplo), los costos con que se trabajaría serían costos de producción, pero como buscarían minimizar el costo de trabajo total (actual más acumulado), las restricciones de contorno (disponibilidad y costo del capital y de la mano de obra y características antropológicas de la última) introducirían, indirectamente, los costos psicológicos y sociales en el análisis.

El concepto de mínimo debería ser considerado con el criterio de mínimo relativo o condicionado. No se trataría de elegir el menor de los costos de producción entre todos los posibles de obtener con las tecnologías disponibles, sino de determinar el menor costo posible de lograr dentro de las restricciones de contorno establecidas, utilizando algunas de las tecnologías pre-existentes, sus modificaciones o tecnologías totalmente nuevas, pensadas especialmente para el problema en análisis.

La combinación tecnológica que brinde el óptimo dentro del espacio así definido podrá a veces ser una tecnología de "papá" y otras la simple adaptación o trasposición de una tecnología moderna existente. Pero muchas veces deberá ser una tecnología enteramente nueva e incluso de punta. Por eso la tecnología a escala no implica una ingeniería "con rebajas" o "de segunda". Al contrario, exige una ingeniería de primer nivel, que sea capaz de crear, pero que también sepa comprar y copiar.

Debe recordarse, además, que en algunos sectores industriales de los países periféricos, especialmente los ligados a la transformación de los productos del agro, el volumen de producción puede corresponder a escalas muy superio-

res a las habituales en los países más industrializados. Es el caso de la leche, la carne y el vino, por ejemplo, en Argentina. Pero aún en ellos debe estudiarse con cuidado si conviene aplicar una tecnología que obligue a concentrar la producción en grandes unidades, o si por lo contrario daría mejores resultados distribuir la producción en pequeñas unidades centralizando la administración de las ventas, de las finanzas, del conocimiento y de la compra de insumos. Quizás se lograría así un desarrollo regional armónico y una mejor retribución psicológica de la mano de obra.

Nuestro enfoque trata de explicitar las interacciones de cada sistema económico con los restantes, así como las acciones que, volitivamente, ejerce sobre cada uno de ellos la correspondiente superestructura jurídico-política. Al introducir un enfoque sistémico en el problema, nos resulta difícil imaginar un sistema económico nacional marchando hacia el equilibrio en virtud de sus propias fuerzas y de un juego libre y abierto con los sistemas restantes. Cada uno de ellos aparece como rodeado por una superestructura que trata de delimitar y orientar su evolución y que al mismo tiempo se sumerge dentro del sistema para manipular sus componentes! Aparecen además condicionamientos impuestos por la interacción con los otros sistemas y sus respectivas voluntades superestructurales.

Cada proyecto debería encararse, por lo tanto, como un sub-sistema y quienes efectuasen su estudio deberían ser capaces de situarse alternativamente dentro y fuera de él. Conviene salir de él para diseñar mejor sus límites. Se hace necesario vivirlo y no meramente observarlo durante todo el trabajo de selección y diseño de tecnologías que tiene que ser realizado dentro de los contornos así dibujados. Cada tanto, conviene interrumpir el trabajo interno y volver a salir para evaluar la manera en que el resto del sistema puede reaccionar frente a la selección o diseño que se está haciendo.

La ecuación a optimizar sería:

$$\text{Costo}_{\text{total}} = \text{Costo}_{\text{capital}} + \text{Costo}_{\text{insumos}} + \text{Costo}_{\text{mano de obra}} + \text{Costo}_{\text{conocimiento}}$$

pero

$$\text{Costo}_{\text{capital}} + \text{Costo}_{\text{conocimientos}} + \text{Costo}_{\text{insumos}} = \text{Costo}_{\text{trabajo acumulado}}$$

Luego

$$\text{Costo}_{\text{total}} = \text{Costo}_{\text{trabajo acumulado}} + \text{Costo}_{\text{trabajo actual.}}$$

Al usar exclusivamente costos, se trabaja con datos pre-existentes que surgen de la infraestructura económico-social. Los precios de venta encierran, en cambio, elementos aleatorios que dependen de factores superestructurales como las protecciones aduaneras, los subsidios y la ayuda financiera preferencial; de factores coyunturales como la oscilación de los stocks en otros países y de factores psicológicos, sociales e individuales muy cambiantes, que influyen sobre la demanda. En función de la situación económico financiera nacional e internacional de cada momento y siguiendo las ideologías que las sustentan en cada ocasión, las superestructuras jurídico-políticas pueden sacrificar ciertos precios de venta para aliviar tensiones sociales o, a la inversa, pueden utilizarlos como carga pública para generar capital.

Existe un enfoque sobre tecnologías apropiadas que se aproxima bastante al nuestro. Es el desarrollo por Giral y Morgan* en su trabajo sobre tecnologías apropiadas para las industrias químicas en las economías en desarrollo. Este fue realizado en la Universidad Nacional Autónoma de México en 1972 y, en él, Giral y Morgan utilizan criterios de evaluación próximos a algunos de los nuestros.

Por ejemplo:

- el porcentaje de inversión que puede gastarse localmente.
- el porcentaje de capital que puede cubrirse localmente.
- el grado de control externo a que puede obligar determinada tecnología.
- los problemas que relacionan mercado y ecología como "el posible desplazamiento de las industrias de algodón y lanas por las fibras sintéticas".**
- la consideración de necesidades reales (alimentos de alto contenido proteico por ejemplo) frente a mercados creados artificialmente (bebidas gaseosas).***

* J. Giral y R. Morgan, *Appropriate technology for chemical industries in developing economies*, Mexico, Universidad Nacional Autónoma de México, 1972.

** *ibid.*, pág. 58.

*** Los ejemplos entre paréntesis han sido tomados de la obra citada.

Todos estos criterios aparecen también en nuestro enfoque, al establecer las condiciones de contorno que van a delimitar el sistema en análisis.

Pero observamos en Giral y Morgan que:

- la metodología está enfocada exclusivamente en la reducción de escala. Nosotros insistimos en la conveniencia de un instrumento que se aplique a cualquier cambio de escala, incluyendo aquellos casos que exijan algo hecho a medida.
- si bien la conveniencia de la creación tecnológica local aparece en algunos puntos del trabajo, cuando éste entra en el terreno de formulación de una lógica de análisis se impregna del razonamiento de la economía clásica. La tecnología vuelve a ser un dato "a priori" del problema; algo que hay que elegir para adaptarla por reducción a las condiciones locales.
- la subordinación de los factores económicos a los imperativos psicológicos, ecológicos y socio-culturales no aparece con suficiente fuerza.
- el intento está circunscripto a la industria de procesos mientras que nuestra aspiración es la de desarrollar una lógica aplicable al mayor número posible de realizaciones productivas en distintos campos de la ingeniería. La tecnología a escala pretende crear una metodología general e integral para la selección de tecnologías, el diseño de plantas y la organización de empresas productivas.

Pensamos que las diferencias fundamentales entre nuestro criterio de tecnología a escala y los que hemos podido recoger sobre tecnologías "apropiadas", "intermedias", "progresivas", etc., estriban en dos conceptos:

- Para nosotros la tecnología es una variable más dentro del sistema en análisis y no un dato previo.
- La tecnología a escala ubica al ser humano como objetivo central de todo el proceso técnico-económico. La participación autónoma en el proceso productivo, la retribución psicológica por el trabajo, el equilibrio ecológico, la disminución de la alienación son para nosotros tan relevantes como las ideas de rentabilidad o competitividad.

Lo primero que debe hacer un país, dice Sarah Jackson*, es decidir concientemente que sus precios de factores reflejen las escaseces relativas y, luego, permitir que los mercados generen las tecnologías apropiadas, como respuesta a los nuevos incentivos que tendrán las empresas para usar más mano de obra y menos capital.

Para nosotros, en cambio, los objetivos fundamentales consisten en:

- la igualdad de acceso de todos los habitantes de un país a la satisfacción de sus necesidades universales e invariantes con la menor utilización de trabajo alienado que en cada momento y en cada lugar sea posible lograr.
- la libertad de uso de la energía lúdica que el proceso vaya liberando.
- la participación autónoma del mayor número posible de habitantes en la administración del proceso de producción de los satisfactores.

Esos objetivos deberían aparecer dentro de las restricciones de contorno en cualquier análisis particular que se realizara para seleccionar la tecnología más apropiada para un proceso productivo y para evaluar su utilidad.

Su lógica

La metodología que proponemos desarrollar consistiría en optimizar sucesivamente cada uno de los términos de la ecuación de costos. El proceso secuencial será el siguiente: (ver diagrama II-1).

1) Análisis de mercados y de situación

Va a permitir establecer las restricciones de contorno dentro de las cuales deberá operar el proceso. Conduce a una primera decisión sobre cantidad y tipo bienes o servicios a producir.

En esta etapa habría que estudiar:

- la evolución histórica de la demanda y su probable tendencia.

*Jackson, S., Trabajo citado, pag. 31.

- el tipo de deseos que esa demanda expresa.
- la necesidad humana, invariable y universal a que responde.
- la evolución del comercio internacional del producto.
- la evolución histórica de las tecnologías de producción del bien o servicio y sus probables tendencias de cambio
- las materias primas, servicios y productos intermedios necesarios: disponibilidad local, costos, reservas, características, sistemas de apropiación y de comercialización.
- las modificaciones ecológicas que puede introducir la explotación de las materias primas y/o la producción del bien o servicio.
- las características psicológicas y socio-culturales de la población que va a consumir el bien o servicio de aquélla y que va a intervenir en la producción del mismo.
- la evolución histórica de la disponibilidad de mano de obra en los distintos niveles de habilidad técnica y perspectivas futuras.
- la evolución de la retribución otorgada a esos diferentes niveles de habilidad técnica y sus tendencias.
- los costos "invisibles" (ausentismo, huelgas, enfermedades) que podrían estar revelando no solamente insatisfacciones económicas sino también psicológicas o reacciones frente a situaciones represivas del interactuar humano.
- objetivos socio-económicos y culturales diseñados por la superestructura político-legal.
- disponibilidad y costo de las tecnologías existentes: sus modos de apropiación y de comercialización.
- la disponibilidad de capitales y su costo.

Como lo que aquí entregamos no es todavía una metodología acabada sino más bien un enfoque de como quisieramos desarrollarla, la lista no es exhaustiva y los factores a considerar no tienen asignado ningún orden de prioridad.

2) Selección de la tecnología global mediante la cual se va a realizar la producción

La selección del tipo de transformación más adecuada para realizar el proceso productivo influye principalmente sobre la cantidad y calidad de in-

sumos (materias primas y energía) necesarios. Predetermina también, de una manera todavía muy general, el tipo de operaciones que harán posible efectuar la transformación elegida.

Veamos algunos ejemplos:

- en la producción de energía se trata de opciones del tipo:
 - .dique de cauce o de represa.
 - .uranio natural o uranio enriquecido.
 - .turbina a vapor, turbina a gas o motores diesel.
- en la industria química, las alternativas son del estilo siguiente:
 - .fabricación de ácido sulfúrico a partir de azufre o tostando minerales sulfurados.
 - .producción de carbonato de sodio por el método Solvay o carbonatando lejías residuales de la electrolisis del cloruro de sodio.
- en la industria mecánica se puede diseñar vehículos de transporte, empleando preferentemente en algunos casos metales, en otros plásticos o tal vez maderas. Se pueden construir piezas por fundición o por soldadura.
- en la industria de la construcción se puede seguir colocando los ladrillos a mano o prefabricar elementos. Se puede preferenciar el diseño de casas y pisos de lujo o por el contrario viviendas más modestas, pero que empleen todos los elementos tecnológicos necesarios para hacerlas placenteras.
- en los servicios de educación la opción consistiría en elegir entre una escolaridad que termine en hombres instruidos y una formación que prepare hombres felices. Según el criterio con que se compongan los programas de estudio, la formación de recursos humanos de nivel universitario podrá exigir sólo tres años por carrera o alargarlas hasta emplear seis o más.
- los servicios de salud pueden orientarse preferentemente hacia la creación de condiciones sociales e individuales que promuevan el desarrollo corporal y mental o puede volcar sus esfuerzos principales en la reparación mecánica de los desgastes ocasionados por malas condiciones de vida y de trabajo. Muchos países en desarrollo tienen que optar entre grandes y ultramodernos institutos urbanos donde superespecialistas pueden realizar operaciones espectaculares y muchos pequeños centros

de salud donde incluso comadronas y curanderos se incorporan al manejo de drogas y técnicas elementales de primeros auxilios y se entrenan en conceptos de medicina preventiva.

Cuando Argentina instala sus primeros frigoríficos no diseña unidades integradas para procesar 100 o 200 reses diarias localizadas en distintos puntos de su extensa pampa, buscando un desarrollo regional equilibrado. Implanta, en cambio, en beneficio de sistemas económicos extranjeros, unidades enormes en los grandes puertos de salida de la producción. Los beneficios sociales de la regionalización podrían haber compensado la pérdida de algunas microeconomías de escala obtenibles cuando se faenan 1000 animales por día, en lugar de 100 ó 200 en una sola instalación.

El ejemplo sirve también para mostrar que el concepto de tecnología a escala no se opone a la concentración de capitales o de organización que pueden exigir algunas de las actividades productivas: así, aunque las unidades de faenamiento y procesamiento fuesen pequeñas, podría resultar conveniente la concentración de medios y de esfuerzos para crear centros de acopio y distribución y canales de comercialización apropiados unificados.

El Manual de proyectos de desarrollo económico de las Naciones Unidas* indica la existencia de un problema técnico especial en América Latina que consiste en aplicar procesos siderúrgicos que permitan mejorar la productividad en operaciones de menor escala.

Sin embargo, cediendo a la atracción mágica de las economías de escala, los altos hornos se siguen agrandando y llegan a las 3.000 ton/día de arrabio*, a pesar de las dificultades que, aún para los países altamente industrializados, significa el logro de un abastecimiento adecuado de las enormes cantidades de hulla coquificable y de mineral granulado de alta ley que esos hornos exigen.

En este caso otras tecnologías, como la reducción en lecho fluidizado con hidrógeno y/o monóxido de carbono, traerían ventajas tanto para los países desarrollados con alto volumen de mercado como para aquéllos que necesitan instalaciones pequeñas:

*Naciones Unidas, *Manual de proyectos de desarrollo económico*, México 1958, pag. 121.

**Bergougnon, M.A., *Procédés de traitement des solides en lits fluidisés*. *Chimie et Industrie, Génie Chimique*, Vol 105, N°9 (abril 1972), pag. 559.

- a los primeros les permitiría utilizar minerales pobres, a medida que se agotan las reservas de los más ricos, y también hullas de difícil coquificación.
- en los segundos se agregarían a estas ventajas las inversiones mucho menores que se necesitan al eliminarse los hornos de coquificación y la pelletización de los minerales.*

Este otro ejemplo se presta para mostrar algunos mecanismos de razonamiento que se pueden utilizar en la etapa de selección de la tecnología global:

a) Adecuación a las características locales de los factores de producción

a-1) si el país tiene minerales ferríferos pobres quizás el procedimiento de reducción en altos hornos no sea el más conveniente porque los minerales pobres exigen una molienda muy fina para ser extraídos de la ganga y luego cuesta mucho aglomerarlos (influencia de la selección del proceso sobre las operaciones que le preceden y le siguen).

a-2) el mismo razonamiento se aplicaría si el país no tuviese hullas coquificables y si dispusiera en cambio de gas, petróleo o carbón, con los que se puede producir fácilmente hidrógeno o monóxido de carbono.

a-3) si aún con mineral rico y con hulla coquificable hubiera problemas para conseguir capitales, el proceso en lecho fluidizado permitirá reducir las inversiones al eliminar las coquerías y las instalaciones de pelletización.

b) Adecuación al volumen del mercado

El acero producido en un alto horno de 50.000 ton/año de capacidad cuesta 28% más que el resultante de un horno diseñado para una producción de 250.000 ton/año, trabajando cada instalación a la capacidad nominal respectiva.**

* Según Bergougnon, en el momento de publicar el artículo existían tres procesos ya probados en escala industrial o semi-industrial: el llamado H-Iron; el Nu-Iron de la U. S. Steel, que produciría en Venezuela un hierro semireducido para alimentar altos hornos americanos y el Fior, desarrollado conjuntamente por la Esso Research and Engineering Co. de EEUU, y la Imperial Oil Company de Canadá, con una planta de 300 ton/día de hierro altamente reducida instalada en Halifax, Canadá.

** Naciones Unidas, Manual citado, pág. 122.

En cambio, parece ser que las reducciones en lecho fluidizado pueden producir a costos más bajos que los altos hornos (para materias primas de igual calidad), justamente cuando las instalaciones son pequeñas. Las instalaciones grandes sólo se justificarían como pre-reducciones para alimentar altos hornos. Esto último podría convenir a países de poco desarrollo y escaso mercado, que posean minerales y combustibles de hierro. En lugar de exportarlos en bruto, los exportarían semireducidos, vendiendo así no solamente materias primas, sino también energía a los países más ricos.*

La forma en que se resolvió un problema de la ingeniería del habitat muestra la importancia que adquiere en ciertos casos el conocimiento de las características antropológicas del medio para lograr un adecuado diseño de producto (en este caso casas habitación). En Argentina, durante mucho tiempo (y aún ahora en muchos sectores), cada vez que se intentaba mejorar la vivienda de núcleos de población de escasos recursos, se construían barrios de casitas californianas, con pisos de parquet, baños azulejados y amplios dormitorios. Como resultado de la no consideración de los factores antropológico-socio-culturales se hacía fuego sobre el parquet y con él, se vendía o aplicaba a otros usos parte de los artefactos sanitarios (el bidet especialmente) y seguía habiendo promiscuidad en los dormitorios. El habitat no correspondía a un producto humano en el que siglos de acondicionamiento represivo y embrutecedor habían borrado toda manifestación erótico-placentera intimista, dejándole únicamente el ejercicio de una genitalidad promiscua.

Cuando, en una provincia del interior, la construcción de una represa obligó a inundar un pueblo viejo de cuatrocientos años, totalmente formado por ranchos de barro y paja, los arquitectos que tuvieron a su cargo la planificación de las obras decidieron repensar el problema. Construyeron, en reemplazo del viejo, un pueblo similar, pero de ladrillo y cemento para eliminar las vinchucas. El pueblo nuevo reproducía las pautas culturales del anterior, pero introducía modificaciones que debían incluir transformaciones progresivas.

Las casitas reproducían los viejos ranchos, pero el tradicional, único y amplio recinto para dormir fue dividido en habitaciones donde no cabían más que dos personas y ese módulo podía repetirse en función del número de individuos que integrara la familia.

*Bergougnon, M.A. - Artículo citado.

TABLA II-2 - MECANISMOS DE ADQUISICION DEL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO

Mecanismos fundamentales	Motivaciones	Ejemplos	Mecanismos Complementarios o Alternativos
COMPRA O ALQUILER	a) Las tecnologías tienen apropiación pero se comercializan. b) Las tecnologías tienen libre disponibilidad, pero el conocimiento es muy empírico o está muy disperso y resulta caro ordenarlo.	-Caprolactama -Reforming de Naftas -Tubos de televisión	-Adaptación. -Formación de empresas controladas total o parcialmente por los propietarios de las tecnologías.
COPIA	Las tecnologías son de libre disponibilidad y responden a las herramientas físico-matemáticas de cálculo.	-Acido sulfúrico -Televisores	-Adaptación
CREACION	-Uso de materias primas autóctonas	Medicamentos naturales Especies animales y vegetales	
	-Uso de materias primas en las que las características locales influyen notablemente sobre el proceso.	Recuperación de metales de los minerales	
	-La tecnología existe, pero tiene apropiación monopólica y no se comercializa		Inversión extranjera
	-Respuesta a problemas locales	-Mal de Chagas -Tener alunitas y no bauxitas como fuente de aluminio. -Tener madera de fibras cortas y no de fibras largas	
	-Necesidad de obtener costos comparables con los de unidades más grandes	-Producir 3 tón. de hilado por mes a igual costo que una planta de 300.* -Producir 30 aparatos de radio por día en lugar de 150 ó 200.*	

*Estos ejemplos son tratados en detalle en los apéndices 1 y 2 de este capítulo.

Como en esa provincia llueve poco y la radiación solar es muy intensa, el nativo prefiere orientar su rancho hacia el sur (recuérdese que estamos en el hemisferio sur) y su sociabilidad familiar transcurre en el alero externo, especie de gran sombrilla protectora del sol, abierta a todas las leves brisas, que constituye su "living room". También las nuevas casitas estaba así orientadas y también en ellas el alero constituía el núcleo central de la distribución. El baño, al igual que la letrina del viejo rancho, estaba separado de la casa y tenía solamente ducha e inodoro. Siguiendo también el modelo primitivo, se ubicó la cocina en un extremo del alero, pero al hornito de leña se agregó una hornallita a gas.

LA idea fundamental era esta: Introducir algunos elementos de confort e higiene (luz, gas, agua corriente) que, unidos a la televisión (supuesta como ventana bien orientada hacia un mundo exterior más desarrollado) y a una educación preocupada por perfeccionar el existir y el interactuar humanos, fuesen promocionando el cambio desde adentro. Se suponía por ejemplo que el propio actor de la experiencia buscaría completar más adelante su baño con un bidet, cuando él mismo comenzara a desearlo como elemento de bienestar. El diseño había previsto el lugar para que en ese momento pudiera colocarlo.

Como bien dice Adeoye Lambo* muchos problemas pueden ser resueltos de manera semejante: manteniendo las tradiciones, respetando la realidad histórica y adaptando lo que resulte útil y oportuno de las culturas más avanzadas. En las unidades comunitarias para la salud mental que él creara en Africa convenció a los habitantes de las villas elegidas, especialmente a los curanderos tradicionales y los ancianos, los "sabios", para que albergasen enfermos mentales y sus familias aceptando al mismo tiempo que Lambo y su equipo prestasen atención médica regular. Un manejo eficiente de los psico-fármacos evitó que la vida de las aldeas fuese perturbada y los enfermos recuperaban su equilibrio mucho más rápido que en el hospital a un costo doce veces menor.

Los cuidados tradicionales y el papel de los curanderos no fueron considerados absurdos: ellos formaban parte de una cultura viviente y tenían una significación. La medicina occidental no fue rechazada sino adaptada a e inte

*Lambo, Adeoye, en una entrevista concedida a Janine Delaunay. Véase *Halte a la croissance*, Fayard, París, 1972, pág. 110.

grada en la medicina tradicional.

Para abundar, podríamos citar, como contraparte, un caso negativo de no adaptación de tecnología a diferentes condiciones de entorno y distintos volúmenes de producción. Ocurrió en Argentina al trasladar allí un proceso electro-térmico desde EE.UU. Como la planta americana cuyo proceso se aplicó tenía una capacidad diez veces mayor que la necesaria para el país de menor mercado, se instalaron en él dos hornos con las mismas características individuales de los dieciseis originales.

La instalación eléctrica se diseñó para trabajar con 60 Hz, cuando la distribución normal de energía eléctrica en Argentina se hace en 50 Hz. Además, como los hornos eran monofásicos, la carga sobre una red trifásica resultaba desequilibrada, sobre todo durante los períodos en que sólo funcionaba un horno, por haberse sacado el otro de circuito para reparación y eliminación de escorias. Este problema no se presentaba en el país de origen, donde, con dieciseis hornos, siempre resultaba posible distribuir equilibradamente la carga sobre las tres fases.

Todo ello obligó a instalar un generador especial, para 60 ciclos y carga desequilibrada, y dificultó la conexión a la red pública cuando ésta propuso un suministro a menor costo que el de generación interna.

Otro ejemplo, narrado por Marsden*, sirve para ilustrar la magnitud de las consecuencias sociales negativas que puede traer aparejada una decisión que no tome en cuenta las condiciones de contorno del sistema en análisis o que no las fije correctamente.

"Un país importó dos máquinas de inyección-moldeado de plástico que costaron -U\$S 100.000.- con sus respectivos moldes. Trabajando en tres turnos, y con una dotación total de 40 obreros, producían 1.5 millones de pares de zapatos de plástico por año. A un precio de U\$S 2.- el par, estos eran más apreciados por su (mayor duración) que el calzado de cuero del mismo precio. Así, 5.000 zapateros artesanos perdieron su sostén de vida; esto, a su vez, disminuyó el mercado para los proveedores de cuero, herramientas manuales, hilo de algodón, tachuelas, cola, cera, betún, hojales, laca, hormas de madera y ca-

*Citado por Jackson, S., trabajo citado, pag. 19.

jas de cartón, ya que nada de todo esto era necesario para el calzado plástico". "Puesto que toda la maquinaria y el material (P.V.C.) para el calzado plástico debían ser importados, mientras que el calzado de cuero se basaba ampliamente sobre materiales e industrias indígenas, el resultado neto significaba un deterioro tanto del empleo, como del ingreso real dentro del país."

La inclusión entre las restricciones de contorno del problema de las condiciones de los recursos alternativos disponibles localmente debería llevar en un caso semejante a preguntarse: ¿Cómo, con qué y con quiénes conviene hacer zapatos en el país? Además de las poderosas razones socio-económicas que existían para preferir el cuero, la mera consideración de aspectos sanitarios debería haber contribuido a frenar su sustitución por el plástico.

En esta etapa de selección global de procedimientos, la existencia de un Banco Nacional de Informaciones Técnicas, como el que propone Giral*, resultaría de evidente utilidad para identificar todas las alternativas tecnológicas disponibles y obtener los datos que la cuantificación del análisis pudiera exigir.

Esta etapa debe terminar en una segunda decisión: cómo adquirir la posesión del conocimiento necesario. Los mecanismos son diferentes según se haya preferido una tecnología pre-existente o se haya optado por crear una nueva tecnología. Esto último puede exigir una investigación en escala de laboratorio y/o un desarrollo experimental en escala piloto.

Si la tecnología es conocida su posesión puede lograrse por compra o alquiler de los conocimientos a terceros que los tengan ya ordenados y que los estén comercializando por los canales normales del mercado tecnológico, o por copia de los conocimientos cuando las tecnologías sean de libre disponibilidad.

Cualquiera de estos dos últimos caminos obliga a poner en marcha el mecanismo de adaptación de los conocimientos a las condiciones locales. Esa a-

*Giral, J. y Morgan, R., obra citada, pag. 60.

daptación puede obligar a una verdadera re-creación experimental de la tecnología en escala piloto.

En la Tabla II-2 intentamos resumir las motivaciones que pueden llevar a preferir uno u otro mecanismo, y damos ejemplos típicos de cada uno de ellos.

En el caso de compra o de copia de conocimientos, no debe dejarse de lado jamás el mecanismo complementario de la adaptación de las tecnologías a las condiciones locales. No se trata solamente de hacer una reducción o ampliación cuidadosa de la escala de producción, sino de tener en cuenta factores tales como:

- utilización de partes y/o materias primas más baratas o más accesibles que las empleadas en el país de origen de la tecnología.
- respuesta adecuada a la característica de la demanda. Se citan fracasos por no haberse elegido convenientemente el color de un envase. El rojo, por ejemplo, de empleo tan frecuente en occidente, se asociaría con la idea de duelo y muerte en ciertos países.
- las condiciones climáticas del suelo y del agua.

Es decir, vuelven a aparecer aquí las mismas restricciones que delimitaron el sistema al efectuar el análisis que llevó a la decisión de compra o copia. Pero ahora deben introducirse mucho más pormenorizadas, e irán reapareciendo con más detalle todavía a medida que se pase a las etapas siguientes de la metodología, que van a determinar la forma en que la adaptación va a ser realizada.

En 1971, al inaugurar el primer congreso de la Asociación Nacional de Firmas de Ingeniería de México, el Lic. José Campillo Sáenz, Sub Secretario de Industria del Gobierno Mexicano, decía:* "Si procedemos con criterio realista, no podemos pretender crear una tecnología absolutamente nueva y desentendernos de los avances logrados por otros países. De hecho, ningún país puede colocarse al margen de la evolución mundial del saber. Pero sí debemos esforzarnos por disminuir esa dependencia y por desenvolver una técnica que adapte a las necesidades, posibilidades y peculiaridades de nuestro país las tecnologías de los más avanzados para ir creando, así, nuestra propia infraestructu-

*Memoria del I Congreso de la Asociación Nacional de Firmas de Ingeniería, México, 1971, pag. 33.

ra científica y tecnológica."

Y citaba palabras del Presidente Echeverría:

"Lo que verdaderamente importa no es poseer una ciencia independiente, sino ser independientes por la ciencia".

También en México se registraron algunos ejemplos muy interesantes de problemas de adaptación.*

-una tecnología adquirida en Noruega, con sistemas de calentamiento eléctricos, debió adaptarse a calentamiento por gases de combustión. En Noruega, la energía eléctrica es muy barata, en México abunda el petróleo.

-una tecnología alemana destinaba una alta inversión adicional sobre la estrictamente necesaria para el proceso, a mejorar la recuperación térmica y recuperar solvente. Las condiciones mexicanas permitían prescindir de los intercambiadores necesarios para cumplir el primer objetivo (la mejora del rendimiento térmico), pero obligaban a extremar la recuperación del solvente que, en México, era más caro que en Alemania.

-una tecnología de hilado de polímero adquirida en los Estados Unidos tuvo dificultades para ponerse en marcha y alcanzar el estado de régimen porque el solvente empleado presentaba en México, por la altura, un punto de ebullición 10° por debajo del que corresponde al nivel del mar. Debido a ello, la masa que salía de la columna para ir al hilado se presentaba demasiado fría y viscosa. Se intentó reducir la viscosidad disminuyendo la concentración del polímero, pero el hilado siguió saliendo mal. Se encontró entonces que el flujo del aire para el secado debido a la menor viscosidad y presión, pasaba de laminar en Estados Unidos a ser turbulento en México. Pero, si se reducía el flujo de aire, el aporte de calor no era suficiente para eliminar todo el solvente y los filamentos se pegaban entre sí a causa del solvente remanente. Si se elevaba la temperatura del aire, se alcanzaba el punto de autoignición del solvente. Como solución inmediata hubo que bloquear algunas toberas para reducir el volumen de polímero a hilar y con él, lógicamente, la productividad de la instala-

*Jorge Mandoki, W. *Análisis comparativos de parámetros inferidos, herramienta en la adaptación de tecnología*, Revista del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, Vol. 15, Enero-Diciembre 1973/74, N° 18, pág. 88

ción. La solución definitiva consistió en cambiar las columnas por otras de mayor diámetro para obtener un flujo de aire laminar.

Damos estos ejemplos aquí para enfatizar la importancia del mecanismo de adaptación, como complemento de una decisión de compra, alquiler o copia de tecnologías. Pero, en realidad, el trabajo principal de adaptación de una tecnología global tendría lugar en pasos posteriores de la metodología que proponemos, cuando se seleccionasen las operaciones más adecuadas para realizar la transformación elegida.

3) Estudio de prefactibilidad

La obtención del conocimiento del procedimiento por compra, alquiler, copia o creación, permite estimar el costo de los equipos y efectuar un primer análisis de los probables costos de producción del bien o servicio a producir. Este estudio debe conducir a la tercera decisión del proceso metodológico propuesto: determinar si se continúa con el proyecto de inversión y se pasa por consiguiente a la ejecución o adquisición de su ingeniería básica.

4) Selección de las operaciones necesarias para realizar el proceso productivo siguiendo la tecnología adoptada

Al escoger un tipo de procedimiento (diseño de proceso, producto o servicio), se predetermina, en cierta forma y medida, el tipo de operaciones mediante las cuales dicho procedimiento se va a realizar. Cada una de esas operaciones encierra transformaciones y/o transferencias de energía, de masas, de formas, de estructuras o de conocimientos.

En cada operación se gasta trabajo para:

- construir los equipos y herramientas que la operación necesita.
- preparar los objetos (masas, energías, estructuras, conocimientos) que van a ser sometidos a la operación.
- establecer y controlar la acción recíproca entre la herramienta o el equipo y el (o los) objeto(s) de trabajo así como las interacciones entre los objetos. Aparecen así los sujetos o agentes que manejan la operación.

Cada operación admite pues una ecuación de costos particular, en la que vuelven a mostrarse los mismos cuatro términos de la ecuación de costo global: el costo de capital, el costo de los insumos, el costo del trabajo actual, el costo del conocimiento. Pero, el factor más importante en esta etapa es el correspondiente a la amortización del capital fijo y su mantenimiento, ya que la elección de las variables tecnológicas que fijan las dimensiones y las características de los equipos determinan, a su vez, el costo de inversión y de mantenimiento de los mismos.

En esta etapa el análisis plantea problemas como los siguientes:

- elegir entre filtración o centrifugación para una separación de fases y, una vez tomada la primera decisión, seleccionar el tipo de filtro o centrífuga más conveniente.
- en una transformación metal mecánica escoger entre fundición de una pieza o presión en nuyos.
- para la recuperación de principios activos extraídos de una planta medicinal escoger entre la destilación o el lavado con solventes.

Hay equipos que se prestan mejor que otros para trabajos de adaptación de procesos en que se deba pasar de una escala de producción a otra. El grupo que, bajo la dirección de José Giral, está investigando en México sobre tecnologías apropiadas para la industria química ha realizado interesantes trabajos en ese sentido. Ellos consideran que en la ecuación:*

$$\frac{I_1}{I_0} = \left(\frac{C_1}{C_0} \right)^{0,5/0,8}$$

que se utiliza habitualmente para relacionar costos de inversión con capacidades de producción en plantas químicas, el exponente debe ser definido para cada equipo en particular cuando se trabaja a nivel de las operaciones unitarias.

*Véase la pág. 26.

Hay equipos cuya ecuación Costo/Capacidad se aproxima bastante a la proporcionalidad (exponente tendiendo a 1). En otros las economías de escala son mayores que las que corresponden al exponente promedio. En las condiciones mexicanas, por ejemplo, el factor de escala (exponente de la ecuación) oscila entre 0,9 y 1,2 para centrífugas, entre 0,5 y 0,8 para filtros, y entre 0,2 y 0,6 para reactores.*

Los coeficientes son válidos para un entorno socio-económico particular, en este caso el mexicano. En Argentina, los factores pueden ser distintos entre otras cosas por ejemplo porque sólo se fabrican centrífugas de pequeña capacidad y las grandes deben ser importadas o porque prácticamente no se fabrica ningún tipo de filtros en series, ni aún pequeñas.

En un caso particular de desarrollo tecnológico realizado en Argentina, resultó conveniente introducir un procedimiento discontinuo de lixiviación de calcinado de blendas para obtener zinc electrolítico por decantación con posterior filtración y lavado en filtros de tambor rotativo de los sólidos decantados.

Las tecnologías norteamericanas propuestas para el caso preconizaban el uso de un filtro discontinuo bajo presión para realizar esa misma operación, pero su construcción en Argentina resultaba cara y difícil. En cambio para la construcción de los decantadores se aprovechó la experiencia de los fabricantes de grandes cubas de madera para la industria del vino y de la caseína y los filtros en acero inoxidable se desarrollaron con la colaboración de un fabricante de centrífugas para la industria azucarera.

Cada operación encierra dos balances fundamentales: Uno material:

$$x_{ei} + x_{i-1} + \sum x_{ji} = \sum x_{is} + \sum x_{i+1} + \sum x_{ij}$$

Otro de costos:

$$\sum c_m x_{ei} + \sum c_o x_{i-1} + \sum c_o x_{ji} = \sum c_o x_{is} + \sum c_o x_{i+1} + \sum c_o x_{ij}$$

donde:

-con x designamos objetos de la operación (energías, masas, estructuras, conocimientos, etc.).

*Giral, G., *Manual para desarrollo, transferencia y adaptación de tecnología química apropiada*, Universidad Autónoma de México, 1974, pág. 48.

- con c_o costos de orden, o sea, los costos de entrada de los objetos al sistema más el valor agregado adquirido hasta llegar a la operación considerada.
- con c_m costos de mercado de los objetos que entran al sistema.
- x_{ji} y x_{ij} son flujos no secuenciales hacia y desde la unidad considerada.
- x_{ei} y x_{is} son flujos de entrada y salida del sistema que vienen directamente hacia la unidad considerada o que parten de ella, sin sufrir ningún tratamiento anterior o posterior, respectivamente.

En la selección de equipos se pueden aplicar métodos matemáticos de optimización de esas ecuaciones. Se determinan así los mejores valores del diseño en relación con los flujos de objetos a procesar y el costo de procesamiento.*

5) Selección de la forma en que el procedimiento va a ser operado y controlado.

La producción de un bien o servicio entraña el transporte de ciertos objetos (masas, energías, estructuras, conocimientos) a lo largo de un conjunto de operaciones concatenadas, aunque no siempre secuenciales, que constituyen el procedimiento de fabricación.

Existe, pues, un flujo cuantitativo de esos elementos entre las distintas operaciones y una modificación cualitativa de los mismos en algunas de ellas.

Para poder controlar el procedimiento de fabricación es necesario poder medir esos flujos y esas modificaciones cualitativas a medida que se van produciendo. La medición necesita generar una señal de aviso que corresponda a la cantidad de elemento que está siendo transferida o transportada, o que dé una indicación de las variables físicas o químicas (temperatura, presión, viscosidad, dureza, forma, color, dimensiones, composición, etc.) que se están modificando.

Esta señal puede ser recogida de dos maneras:

*Benedek y Lazlo en la obra ya citada, pag. 416 a 420, resumen varios de esos métodos e incluyen referencias bibliográficas que permitirían profundizar en cada uno de ellos. Puede verse también L. Thirier, *Dimensionnement optimale des ensembles d'équipements de génie chimique*, París, Chimie et Industrie, Génie Chimique, Vol. 105, N° 3, pág. 229. El Dr. Benenati, en el Instituto Politécnico de New York, está realizando interesantes estudios para seleccionar equipos mediante programas de cálculo susceptibles de ser tratados por computadoras (Comunicación personal, los resultados aún no han sido publicados).

- por procedimientos manuales: los operarios a intervalos predeterminados, efectúan las mediciones o las comprobaciones cualitativas.
- mediante instrumentos que, continua o intermitentemente, auscultan la señal y la traducen en una lectura cuantitativa o cualitativa.

A su vez, esa indicación sensorial de lo que está ocurriendo en el procedimiento puede utilizarse según tres vías:

- los operarios actúan directamente sobre las operaciones, buscando ajustar las cantidades y las calidades a lo especificado por las respectivas tecnologías(operación manual).
- los operarios actúan sobre órganos de comando que, en cada operación, tienden a llevar las variables cuantitativas o cualitativas a los valores tecnológicos preestablecidos (operación instrumentada).
- las señales captadas en las distintas operaciones alimentan un calculador electrónico, donde, en función de un modelo matemático del procedimiento las indicaciones de acción que se envían a cada operación adquieren una intensidad y sentido tales que, en todo momento, tienden a mantener funcionando el sistema en condiciones óptimas (operación automatizada) .

El costo de la mano de obra, el nivel de supervisión posible de obtener, las características antropológicas de ambas, el costo de los instrumentos, el costo de la instalación de los lazos de control, la precisión exigida por cada tipo particular de operación o proceso, son todos factores que habrá que tener en cuenta para decidir si conviene automatizar parcial o totalmente un procedimiento, o si basta con instrumentarlo o con dejarlo, incluso, librado únicamente a operaciones de control manuales.

En ciertos procedimientos conviene automatizar completamente una operación y dejar las otras con control manual. Una columna de destilación o un intercambiador de calor que entrañen una etapa crítica, de regulación difícil y de cuya constancia de trabajo dependa mucho la calidad del producto final y/o el rendimiento de la instalación, pueden automatizarse y optimizarse a costos relativamente bajos. Se dispone para ello de computadoras baratas y los modelos matemáticos correspondientes están a disposición de los usuarios en las bibliotecas de software.

Para fabricar grandes series de equipos quizás resulte conveniente automatizar las máquinas herramientas, pero no debe pensarse, a la inversa, que solamente la habilidad artesanal puede dar una respuesta óptima a la producción de pequeñas series de piezas muy diferentes. Los modernos métodos de medición electrónico-digitales están permitiendo que técnicos de escuela secundaria realicen esas series pequeñas con igual precisión y con menor esfuerzo que los viejos artesanos que manejaban calibres y Verniers.

- 6) Selección del tipo de organización a dar a la empresa que va a administrar la producción.

La selección de una organización adecuada para la administración de la producción constituye una etapa importante en nuestro intento de obtener los mejores costos posibles en un entorno determinado.

La gestión empresarial no es en el fondo otra cosa que el tratamiento de la información que la relaciona con su medio interno productivo y con el medio externo donde esa producción se va a volcar.

En el caso del procedimiento productivo era necesario elegir un conjunto tecnológico que tratara las transformaciones a introducir en los objetos de la producción y la información ligada a esas transformaciones, de manera de reducir los costos a un mínimo, dentro de las condiciones de contorno fijadas por el volumen de mercado, las condiciones locales de los factores de producción, las características antro-po-sociales de la población y el equilibrio ecológico de la zona.

Ahora se trata de organizar la recolección y el tratamiento de la información económico-financiera necesaria para la gestión empresarial en función de esas mismas condiciones de contorno y no simplemente copiando, o reduciendo "pantográficamente", las estructuras de empresas similares que actúan en otros mercados de desarrollo y características socio-culturales diferentes.

Hay que decidir si la contabilidad se va a tratar por computadora o no. Hay que escoger el grado de diferenciación gerencial a introducir. Hay que optar entre realizar investigación, desarrollo experimental y/o ingeniería internamente, con equipos creativos propios de la empresa, o contratarla con grupos externos a la misma.

Hasta el trabajo a domicilio puede ser revalorizado siguiendo los criterios de la tecnología a escala. La desaparición de muchas industrias organizadas alrededor de este tipo de prestación se debió a los abusos cometidos en cuanto a retribución y condiciones de trabajo. Pero esto también puede suceder y sucedió en las fábricas y, sin embargo, éstas no desaparecieron. Si un tipo particular de organización resulta conveniente, los abusos que ella pueda engendrar son susceptibles de ser corregidos por un esfuerzo de educación popular y de control estatal.

La tecnología a escala de la gestión empresarial debería abarcar también la publicidad. Esta no significa sino un mensaje particular entre los muchos que ligan a la empresa con el medio. Implica también transporte, transferencia y transformación de informaciones socio-económicas.

Por ejemplo, ¿por qué usar en Paraguay la imagen de la rubia "Madinette", que parece caminar por los Campos Elíseos, para promover un champú de complicada y agresiva fórmula química de nombre difícil (por cuya marca se pagan regalías), en lugar de presentar una esbelta figura guaraní cuya cabellera mostraría las virtudes de un champú de hierbas denominado "Caumá"?*

La publicidad, tal como se emplea en los países periféricos, transfiere modalidades de vida de las sociedades centrales en lugar de reafirmar los valores culturales más profundos e inducir aquellos cambios que racional y objetivamente se consideran deseables y convenientes.

Las tecnologías administrativas, comerciales o publicitarias, al igual que las tecnologías de la producción propiamente dicha, deberían adecuarse a las condiciones del país y a la escala de la empresa. Cada modelo debería ser propio no siempre inventado, pero invariablemente re-creado, adaptado.

Veamos un ejemplo:

Una mediana empresa argentina vendió a una firma peruana la tecnología de fabricación de un epoxidado. Este, que en Argentina se hacía con aceites vegetales, se fabricaría en Perú con aceite de pescado. La tecnología se había adaptado al volumen de producción de la empresa peruana y a la particular disponibilidad de materias primas de ese país. Los técnicos argentinos suministraron la ingeniería básica y de detalle y supervisaron la construcción de los equipos, el montaje y la puesta en marcha, pero no intervi-

*"India" en guaraní.

nieron en la organización de la empresa peruana. La administración de esta última reprodujo organigramas de empresas de mayor tamaño, con direcciones especializadas, originando altos costos indirectos. Además no previó un programa de entrenamiento adecuado para paliar la escasez de recursos humanos con formación adecuada para el manejo de la producción y la gestión administrativa y financiera. Al poco tiempo se presentaron dificultades en ambas esferas. El epoxidado con aceite de pescado solamente se obtenía mientras estaban presentes los técnicos argentinos. En su ausencia se tiraban lotes enteros de producción hasta que la administración local decidió sustituir el aceite de pescado nacional por aceites vegetales importados con los cuales el proceso de epoxidación resultaba más fácil de controlar, pero los costos se modificaban sustancialmente. En el sector administrativo la especialización gerencial injertada en una pequeña empresa cuyo capital de tipo familiar carecía de estructuras adecuadas para controlar la acción de terceros, llevó a un accionar discrecional de los encargados de las ventas, de las compras y de las finanzas, con perjuicio para el inversor.

Ante la incidencia de una mala tecnología administrativa sobre la tecnología del proceso, la empresa vendedora argentina tuvo que intervenir también en esos aspectos organizativos a fin de salvar su responsabilidad técnica. La selección de un Jefe de Producción de buen calibre, un programa de entrenamiento adecuado, la simplificación de las estructuras y la introducción de un adecuado control de gestión permitieron un funcionamiento normal con la tecnología originalmente prevista y el retiro definitivo del equipo humano argentino.

El concepto de tecnología a escala aplicado a la administración de la empresa, al igual que el de tecnología a escala aplicado a la producción, es válido en toda la extensión de la escala de actividades. Cada caudal de información para la gestión requiere un tratamiento particular que, en algunos casos, puede obligar a agrupar flujos y en otros a hacer conveniente su división.

En los países industrializados existe una fuerte tendencia hacia las unidades gigantes de producción. Sin embargo, nos parece que ciertos aspectos

resultantes de trabajar a escalas tan grandes no han sido estudiadas a fondo.

Por ejemplo:

- las distorsiones de costos que aparecen no bien esas fábricas enormes deben trabajar por debajo de su capacidad de diseño.
- las tensiones que originan a nivel de cada individuo que trabaja en ellas y a nivel de los grupos sociales que esos individuos integran.
- la falta de flexibilidad y el aumento de riesgo que presenta una gran línea única de producción frente a lo accidental, lo aleatorio y lo coyuntural.

Quizás convenga también a los países de gran mercado dividir la producción en unidades más pequeñas, más a la escala humana y mejor distribuidas espacialmente, creando al mismo tiempo una tecnología adecuada para su administración centralizada eficiente.

En Francia, en 1966, las actividades de la industria química se repartían entre 5.255 empresas, de las cuales 3.133 empleaban menos de 10 personas.* Desde entonces, se han producido muchos reagrupamientos con redistribución de actividades, pero "los lazos financieros no son suficientes para transformar un aglomerado en un grupo: nuevos métodos de gestión deberán ser progresivamente introducidos".**

¿No será que en la tecnología de administración de empresas hay que hacer un *scale up* y en la tecnología de la producción un *scale down*. El primero en función del crecimiento de los mercados; el segundo obedeciendo a imperativos antropológicos, sociales y ecológicos.

El criterio de tecnología a escala, que consideramos ventajoso para los países de menor desarrollo, podría quizás dar buenos resultados también en los países super-industrializados, en cuanto éstos adoptasen una estrategia del desarrollo en función del hombre, en lugar de adaptar a éste a "estilos de trabajo definidos por la tecnología, siguiendo únicamente los imperativos de la eficiencia económica".***

*Monndlic, Jean, *L'Industrie Chimique en France, Chimie et Industrie, Génie Chimique*, Vol. 105, Mayo 1972, N° 12, pág. 814.

**Ibid, pág. 822.

***OCDE, *Science croissance et société: une perspective nouvelle*, París, 1971, pág. 96.

7) Estudio de factibilidad

Al llegar a esta etapa de la metodología, se habrá completado la ingeniería básica tanto del proceso como de la organización.* Ello permite establecer los costos de inversión y los operativos con mayor precisión que en el estudio de pre-factibilidad. Por ejemplo, el costo de los equipos que en el primer estudio había que estimar siguiendo las reglas y técnicas de la ingeniería de costos (cost engineering) ahora puede obtenerse por consulta directa con posibles proveedores, gracias a los esquemas de la ingeniería básica que dan las dimensiones y características constructivas principales.

Los diagramas de cañerías e instrumentos, tanto del proceso como de los auxiliares, permiten aproximar mucho más los costos del conjunto de la instalación y definir así el término amortización de la ecuación de costos operativos. También aparecen mejor determinados los costos del trabajo y de los insumos, puesto que se conoce la cantidad y calidad de las materias primas y materiales auxiliares necesarios.

Una vez establecida la ecuación de costos se puede prefijar un precio de venta auscultando la probable reacción de los mercados en una economía liberal o negociándolo con la superestructura política del país en función de las condiciones del mercado local, de la situación del mercado internacional y de la rentabilidad que se quiera asegurar al capital. Los beneficios que se procuraría obtener podrían ir desde nada más que la generación de excedentes para autofinanciar la expansión hasta el logro de utilidades de libre disponibilidad.

El estudio de factibilidad conduce a la cuarta y última decisión dentro del esquema de pensamiento propuesto: resolver si se pasa o no a la ejecución de la ingeniería de detalle y, por consiguiente, a la realización del proyecto en análisis.

En el futuro los estudios de factibilidad irán reflejando con intensidad creciente los condicionamientos sociales que inevitablemente deberán su-

*La organización implica también una tecnología que como tal encierra a su vez un conocimiento básico, una ingeniería básica, una ingeniería de detalle y una etapa de construcción y puesta en marcha.

frir las funciones ligadas a la propiedad de los medios de producción, estén éstos en manos del Estado o de particulares. El capital necesitará conservarse y generar excedentes para acompañar el crecimiento de las sociedades, pero las utilidades de libre disponibilidad seguramente se tendrán que limitar.

Es probable que en ese futuro se identifique una sociedad en evolución progresista como aquélla en la cual:

- el capital no tenga posibilidades por una funcionalidad irrestricta, de convertirse en instrumento de explotación humana o de saqueo de la naturaleza.
- el conjunto social sea capaz de generar el capital necesario para el mantenimiento, la reposición y la expansión de su infraestructura productiva.
- la justicia en la distribución del ingreso sea creciente y parta de un igual acceso de todos a los satisfactores de las necesidades vitales mínimas.
- la educación y el manejo de las instituciones en general tienda a disminuir la presión consumista y la represión de lo gratuito y lúdico, permitiendo a sus integrantes redescubrir las individualidades de sus cuerpos y de sus mentes, los que deberían tratar de mantener en equilibrio con la Naturaleza en que están inmersos, por un lado, y hacer participar en el proceso de socialización, por el otro.

Resumiendo

El enfoque anterior podría llegar a conformar una metodología para la selección, evaluación y adaptación de tecnologías preexistentes o para la creación de nuevas tecnologías, todas ellas adecuadas no sólo a la escala de producción, sino también al conjunto de factores productivos, sociales, antropológicos, culturales y ecológicos que interesan al desarrollo armónico de distintos sistemas nacionales.

La regla fundamental de esa metodología consistiría en no prefijar, ni preferenciar, soluciones. La tecnología más conveniente podría ser en un caso una tecnología mano de obra intensiva y en otro, para igual configuración de los

factores de producción, una tecnología capital intensiva. Las decisiones se fundamentarían no solamente en el "cuanto" y en el "como", sino también en al "para qué" y en el "para quien". El "cuanto" y el "como" deberían llegar incluso a subordinarse al "para que" y al "para quien".

Ese método de razonamiento debería facilitar la desagregación del paquete de bienes y servicios que involucra todo proyecto de inversión, permitiendo la incorporación creciente de suministros de origen local. En primer lugar debería significar la sustitución de la importación de la ingeniería básica en los proyectos que necesitasen adquirir tecnologías en los mercados externos. En esos casos bastaría con obtener el conocimiento básico ligado al producto o al proceso. La ingeniería básica se haría luego en el país y surgiría de la selección de las operaciones necesarias para ejecutar la transformación elegida; de la selección de la forma en que el procedimiento va a ser controlado y de la selección del tipo de organización a dar a la empresa que va a administrar la producción y la distribución de los bienes o servicios que el proyecto va a generar.

LA DESAGREGACION TECNOLOGICA Y LA PRODUCCION LOCAL DE BIENES DE CAPITAL

Todo proyecto de inversión implica un paquete de conocimientos tecnológicos. Algunos vienen incorporados en los bienes de capital mediante los cuales se va a realizar la producción del bien o servicio. Otros aparecen en los planos, especificaciones, maquetas, diagramas, manuales, etc. Otros, en fin, son entregados directamente por los ingenieros y técnicos que participan en las distintas fases de ejecución del proyecto.

Cuando no hay creación propia, ese paquete puede ser adquirido siguiendo dos modalidades fundamentales:

- a) en forma global: la instalación productiva se entrega "llave en mano", funcionando y con el personal entrenado;
- b) se desagrega el paquete en sus diversos elementos componentes, lo que permite luego adquirir todos ellos o una parte, en forma individual o por grupo, a proveedores distintos de aquél que suministre el conocimiento básico del procedimiento. El adquirente puede actuar como coordinador de la integración de esos elementos en el proyecto o puede confiar esa tarea de coordinación a terceros, a una firma de ingeniería local por ejemplo.

La compra de unidades productivas llave en mano se traduce en gran comodidad y tranquilidad para el adquirente. Cuando se realiza en países muy desarrollados, con buena oferta interna de bienes de capital, decisiones empresarias de este tipo no entrañan efectos sociales negativos. Al contrario, permiten el desarrollo de poderosos grupos de ingeniería y de las fábricas de tecnología que los alimentan con nuevos procedimientos, nuevos productos y nuevos diseños. Esos grupos de utilización del conocimiento y esas fábricas de generación de conocimientos se benefician ejecutando proyectos variados por la fertilización cruzada entre especialidades y las economías resultantes del tratamiento repetitivo de aquellas partes que mantienen elementos comunes al pasar de un proyecto al otro (auxiliares, cañerías, instrumentación, operaciones unitarias, etc.).

Pero en un país de menor desarrollo relativo, cuya industrialización depende mucho de la importación de productos intermedios, bienes de capital y conocimiento, la desagregación del paquete tecnológico es una necesidad. Es el instrumento que le permitirá ir adquiriendo grados crecientes de independencia tecnológica, al hacer posible la incorporación, también creciente, de suministros locales, en los proyectos de inversión y en el funcionamiento posterior de las estructuras productivas que surjan como una consecuencia de dichos proyectos.

La desagregación puede proceder por etapas. La primera y más elemental consiste en obligar a detallar todos los suministros contenidos en una provisión llave en mano, indicando con claridad qué comprende cada uno de esos suministros (conocimiento básico, ingeniería básica, ingeniería de detalle, bienes de capital, supervisión del montaje, supervisión de la puesta en marcha, construcciones, etc., etc.) y sus precios parciales. Creemos que los registros de transferencia de tecnología, que están empezando a funcionar en varios países latinoamericanos, deberían exigir que los contratos nuevos que se inscriban contengan una información de este tipo. Es un acto mínimo de independencia del contratante saber con claridad y precisión qué es lo que está comprando o alquilando. Además, lo prepara para negociar con grados de independencia mayores en el futuro: cuando deba ampliar o diversificar la producción. Es comenzar haciendo pininos para adquirir la maestría de dibujar.

En una etapa más avanzada, aún cuando la provisión se realice "llave en mano", se puede determinar cuáles de los servicios o bienes así detallados deberán ser adquiridos en el país donde se efectuará la instalación. Esto puede hacerse de cuatro maneras:

- a) dejando librado al criterio del proveedor principal dónde y cómo adquirir los servicios y bienes locales.
- b) dando una lista de proveedores locales que merecen confianza al adquirente y dejando que la selección final la realice el contratista principal.
- c) indicando expresamente al principal responsable y coordinador del proyecto donde deberá adquirir los bienes o con quién deberá sub-contratar los servicios cuya provisión local se requiere.
- d) tomando a su cargo el adquirente la compra de los bienes o la contrata-

ción de los servicios de provisión local a introducir en el proyecto.

Mayor independencia y mayor utilización de recursos locales se logran cuando el adquirente asume la coordinación del proyecto, diversificando las fuentes tanto nacionales como externas de provisión de cada uno de los suministros necesarios para completar el paquete tecnológico.

El paso de una a otra etapa implica riesgos crecientes y puede significar, también, mayores costos. A medida que se avanza en la desagregación, se hace cada vez más necesario especificar con claridad las garantías que otorgarán los distintos proveedores de bienes, de conocimientos y de servicios. La tercera etapa, por ejemplo, obliga a separar las garantías de eficiencia del procedimiento de las garantías de funcionamiento mecánico y eléctrico de la planta.

La propuesta de detallar los suministros parece elemental. Sin embargo, exige un mínimo de capacidad técnica instalada dentro de la empresa adquirente o un adecuado asesoramiento de la misma, que muchas pequeñas y medianas empresas de los países periféricos no están en condiciones de organizar u obtener. En algunos casos el proceso de aprendizaje de los grupos intraempresarios de ingeniería o de las firmas nacionales de consultoría o de ingeniería debe comenzar por esa etapa modesta para recién después pasar a desagregaciones más complejas.

La decisión de desagregar los paquetes tecnológicos está íntimamente ligada con el deseo de asumir riesgos y la capacidad para enfrentarlos. Por eso, lo bio-psíquico de los individuos, que normalmente induce a preferir decisiones que permitan "dormir tranquilo", se opone en este terreno a los intereses socio-culturales, ya que la independencia tecnológica sólo puede alcanzarse a costa de asumir paulatinamente riesgos cada vez mayores.

Una legislación compulsiva en este terreno puede resultar dañosa, tanto a nivel individual como social, originando mecanismos desviados para eludir u omitir el riesgo. Cada cuerpo social debería capacitarse para reconocer

los riesgos, aceptarlos como parte integrante de la realización del proyecto y luchar para minimizarlos mediante una organización adecuada y una ingeniería eficaz de los proyectos.

Para ello, convendría fortalecer todos aquellos factores que juegan en favor de la asunción de riesgos y procurar que los que se opongan a esa actitud se modifiquen favorablemente.

Los obstáculos que surgen, desde las esferas psicológicas y biológicas, a nivel de los individuos que deben tomar las decisiones de desagregación, consisten fundamentalmente en:

- la necesidad de minimizar la inseguridad.
- la autorepresión de la originalidad (temor a "quemarse").
- la desesperanza con respecto al "nosotros" y la esperanza volcada sobre "los de afuera".
- el temor a enfrentar situaciones de escasez (miedo a perder el puesto).
- la mayor posibilidad de "coimas" sabrosas, si se negocia con pocos proveedores lejanos.

Por cierto que también hay factores socio-culturales que juegan en contra-

- mayores costos e inseguridad de suministro de servicios, piezas y equipos locales.
- ineficiente y atrasada formación de los cuadros técnicos por una universidad desconectada de la realidad infraestructural y sometida a presiones destructoras por la superestructura política.
- pautas financieras externas que contemplan preferencialmente los intereses de los países industrializados.
- evasión de capitales que se benefician con el retorno al país vía un proyecto "llave en mano", con supuesta inversión extranjera.
- ignorancia por parte de los agentes de la superestructura política del país de la importancia que puede adquirir la componente conocimientos en la ecuación de costos de un proyecto y de los efectos de arrastre que la ejecución interna del mismo puede tener sobre el sistema productivo nacional.

Aunque la lista de factores socio-culturales negativos es larga e importante, creemos que las resistencias conscientes e inconscientes a nivel individual juegan un papel decisivo. Hemos visto en numerosos casos que, cuando esos frenos internos consiguen levantarse en quienes deben tomar la decisión, los factores socio-culturales adversos pueden ser, a su vez, neutralizados con mayor facilidad.*

Entre los factores que juegan en favor de la desagregación de los paquetes tecnológicos se pueden mencionar los siguientes:

- el placer que se obtiene por una realización profesional tanto más intensa cuanto más activa es la participación en el proyecto.
- el afianzamiento paulatino de la personalidad que se logra al asumir los riesgos, midiendo cuidadosamente las posibilidades que cada ocasión ofrece para enfrentarlos.
- las experiencias históricas que las distintas sociedades periféricas pueden ofrecer en cuanto a dificultades sufridas con tecnologías importadas, no adaptadas a las condiciones locales, o en las cuales el país sirvió de "banco de ensayo" para los creadores externos.**

* Puede verse el análisis de algunos de esos casos, en que no se rehusó hacer caso a los riesgos implícitos en toda creación o desagregación tecnológica, en:

-Diamand, M., *Las posibilidades de una tecnología nacional en Latinoamérica*, Foro Interamericano sobre el Desarrollo Tecnológico, Universidad de Texas, Austin, Texas, E.E.U.U., Febrero de 1975 (mimeografiado).

-Roberts, M., *La innovación tecnológica en Latinoamérica*, OEA, Washington, 1972.

-Sábato, J.A., y Wortman, O., *Apertura del paquete tecnológico para la central nuclear de Atucha*, (Argentina), OEA, Washington, Enero de 1974 (mimeografiado).

-Kamenetzky, M., *Ciencia y tecnología argentinas en la industria*, Fundación Bariloche, Buenos Aires, abril de 1972, (mimeografiado).

** Véase Araoz, A., *Importación de tecnologías experimentales*, Comercio Exterior, México, mayo de 1974.

- la atención que comienzan a otorgar los organismos financieros a la posibilidad de asegurar los riesgos por fallas en la provisión de componentes o servicios nacionales equiparándolos a los que entrañan otras actividades económicas, en las que también pueden intervenir lo aleatorio y lo accidental, y para las cuales ya están otorgando coberturas.
- la existencia de objetivos nacionales claramente definidos y planificados tendientes a lograr la mayor autonomía posible en la provisión de bienes de capital y de servicios de ingeniería.

El suministro local, creciente y diversificado, de bienes de capital avanza en paralelo con el fortalecimiento de los grupos nacionales de ingeniería.

"La ingeniería de proyectos descansa sobre vínculos que la ligan estrechamente a los proveedores de equipo y la capacidad de diseño y producción de estos últimos condiciona, en última instancia, el grado de desarrollo de la primera."*

La sustitución de importaciones de bienes de capital es crucial para los países en desarrollo por su única premura de divisas, el deterioro continuo de los términos del intercambio y la necesidad de poseer equipos y herramientas adecuadas a sus sistemas productivos.

Hemos visto en el punto anterior que, en Argentina, la importación de bienes de capital representó durante muchos años y sigue representando aún casi 1/3 del total de bienes y materias primas introducidas al país. Los valores oscilan, en un período de 12 años (1960 a 1972), entre un mínimo de 154 millones de dólares (1965) y un máximo de 556 millones de igual moneda (1962).**

En México, en 1971, Petróleos Mexicanos aún debía importar el 40% de las columnas de proceso, 55% de los recipientes a presión, 70% de los intercambiadores de calor, 40% de las bombas y 70% de los compresores necesarios para cumplir sus planes de construcciones petroleras y petroquímicas.***

* Perrin, J., *Design engineering and the mastery of knowledge for the accumulation of capital in developing countries*, IREP, Grenoble, 1971, pag. 8, versión mimeografiada.

** OECEI, *Argentina Económica y Social*, Vol. 2, pág. 449, Buenos Aires, 1973.

*** Lic. Arturo del Castillo, de Petróleos Mexicanos, en su exposición sobre "Demanda de equipo para las plantas de petróleo mexicanos", *Memoria del I Congreso de la Asociación Nacional de Firmas de Ingeniería, México, 1971*, pág. 132.

Sin fuerzas de ingeniería adecuadas en cantidad y calidad resulta difícil negociar de igual a igual con los intereses extranjeros. Estos, por conveniencia y por comodidad, tienden a imponer contratos "llave en mano", pero, aún en esos casos, los servicios locales de consultoría y de ingeniería, por incipientes que fuesen, deberían tener alguna participación.

Inicialmente, el país podría conformarse con manifestar a través de ellos sus preferencias por equipos determinados, sobre todo si son repetitivos, a fin de que los productores nacionales pudiesen reemplazarlos más adelante por equipos fabricados localmente. La estandarización es muy importante, ya que reduce la demanda de capital para stock de repuestos y facilita la planificación del desarrollo de la industria nacional de construcción de equipos. Sabemos de un caso en que tres procesos diferentes integrados a un mismo complejo petroquímico, cuya construcción se había contratado "llave en mano" con tres distintos proveedores externos, incluían instrumentos de control y accesorios eléctricos diferentes, aún cuando cumpliesen funciones idénticas.

El desarrollo de la oferta de bienes de capital, de por sí difícil en mercados pequeños, se complica aún más si no se hace un esfuerzo por estandarizar las características de las diferentes unidades funcionales y se permite multiplicar los tipos en uso.

La tecnología global de un procedimiento de fabricación puede dividirse en dos partes: la llamada tecnología medular, ligada directa y estrechamente con la obtención del producto o servicio en cuestión, y las tecnologías periféricas, que suministran los servicios auxiliares que el procedimiento fundamental requiere (generación de vapor, producción y distribución de aire comprimido, instalaciones de vacío; cañerías, bombas y tanques para la circulación de fluidos; instalaciones para transporte y almacenaje de sólidos, etc.).

La ingeniería y las industrias de bienes de capital locales deberían comenzar su desarrollo con el diseño y construcción de los equipos necesarios

para esas tecnologías auxiliares de uso frecuente en proyectos diferentes. Si guiendo la terminología empleada al desarrollar el concepto de tecnología a escala se puede decir que algunas operaciones (transporte de fluidos y de sólidos, transferencia de masas, transferencia de calor, torneado, fresado, soldadura, etc.) aparecen con más frecuencia que otras en el conjunto de transformaciones utilizadas con fines productivos. Por ellas debería iniciarse el dominio del conocimiento necesario para el desarrollo industrial local.

La construcción de una matriz de interacciones entre operaciones y procedimientos permitiría determinar aquellas operaciones que se repiten con más frecuencia y seleccionar luego, dentro de la lista así formada, las que pudieran desarrollarse en el país con mayores probabilidades de éxito, considerando los materiales y las técnicas de producción que requieren.

También en la producción de bienes de capital cada país debería elaborar un modelo propio, si no totalmente original, por lo menos re-creado, adaptado a sus propias necesidades. Es lo que hicieron implícita o explícitamente los países más industrializados al comenzar el proceso. Por ejemplo, Estados Unidos se aparta del modelo europeo ya a fines del siglo pasado. En lugar de aparatos para durar, prefiere introducir la transitoriedad en el diseño de equipos, dotándolos al mismo tiempo de una gran adaptabilidad. Esta debe entenderse como "capacidad de un equipo para servir a propósitos diferentes debido a la flexibilidad con que ha sido diseñado, o como capacidad de las partes integrantes de un equipo para ser desmontadas y vueltas a integrar, en un nuevo montaje, dando por resultado una instalación modificada, que servirá a un propósito diferente de aquel para el cual fue inicialmente proyectada."*

Es en Estados Unidos donde se introduce por primera vez el concepto de operaciones unitarias que pueden usarse en distintas industrias de proceso. Se establecen así interconexiones entre procedimientos que hasta ese momento se trataban por separado, como entidades aisladas, cada una con su propia e indivisible estructura tecnológica. Se pasaba así en la industria de procesos, de la etapa que he llamado** de los "jugadores de ludo" a la de los "armadores de rompecabezas". En la primera, como en el juego homónimo, cada procedimiento era re-

* Ing. Jorge L. Oria, del Banco Nacional de México S.A., al hablar sobre "La transitoriedad creciente", en el I Congreso de la Asociación Nacional de Firmas de Ingeniería, *Memoria*, México, 1971, pág. 123.

**Para más detalles, puede verse otra publicación del autor: *La Ingeniería Química: Orígenes, objetivos, problemas*. Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1971.

corrido, partiendo de una cierta casilla, por un camino determinado, del cual no se podía salir y mediante del cual se llegaba a una meta también predeterminada, sin más alternativas que los avances y retrocesos que el juego permitía y que correspondían a las modificaciones posibles de introducir, en cada planta en particular, en cada una de las casillas-equipos del proceso.

Los armadores de rompecabezas, en cambio, podían componer con algunas piezas básicas estructuras muy complejas y diferenciadas. En lugar de especializarse en construir plantas de ácido sulfúrico, preferían desarrollar habilidad en construir torres de absorción, que tanto podían servir para absorber anhídrido sulfúrico, como amoníaco o anhídrido carbónico.

Lo ideal sería quizás que los países latinoamericanos encarasen desde un comienzo la provisión local de bienes de capital, con el espíritu aún más avanzado de "jugador de ajedrez". Para éste, cada partida es diferente y en cada una maneja las mismas piezas en forma distinta, guiándose únicamente por las reglas de juego que establecen las ciencias de cada ingeniería particular. Se trataría entonces de no especializarse ni en ácido sulfúrico, ni en torres de absorción, sino en transferencia de masa, en intercambio de calor o en maquinado de metales. Los conocimientos básicos permitirían diseñar y construir los equipos, adaptándolos a las condiciones de cada jugada (proyecto) y de cada tablero (país). Una tecnología a escala sólo puede construirse con una ingeniería avanzada, jamás con una ingeniería atrasada.

La existencia de capacidad instalada para realizar la ingeniería básica y la ingeniería de detalle de proyectos es condición indispensable para poder encarar la planificación de la fabricación en serie de equipos repetitivos. Esa ingeniería nacional permitiría también multiplicar los intentos de construir, también localmente, en forma total o parcial, algunos equipos clave muy especializados, que se diseñan especialmente para algunos procesos y que difícilmente puedan ser usados en otros.

Estos ensayos son "económicamente" sanos a nivel de empresa, pues se reflejan entre otras cosas en:

- desarrollo más rápido de proyectos (sobre todo en los períodos en que las industrias de bienes de capital de los países industrializados están sobrecargadas de pedidos y cotizan con plazos de entrega muy largos);
- supervisión directa de la fabricación que minimiza errores y fallas;
- mayor accesibilidad de servicio;
- reducción de costos de stock de partes.*

Además, esos ensayos singulares promueven y aceleran el desarrollo tecnológico del sector bienes de capital, al obligar a los talleres a perfeccionar técnicas y adquirir habilidad mediante la aplicación de una misma técnica a construcciones diferentes. Por ejemplo, la fabricación local de algunas partes de la instalación nuclear de Atucha obligó a algunos talleres argentinos que ya sabían soldar acero inoxidable a perfeccionar las técnicas respectivas y a mejorar la organización de sus fábricas, por la creación de las llamadas "áreas limpias", donde se evita la presencia de partículas de otros metales que podrían contaminar las uniones.

Los problemas de desagregación tecnológica y de producción local de bienes de capital se relacionan también con los modos de adquisición por parte de las empresas del conocimiento necesario para ejecutar un proyecto.

Las industrias terminales prefieren normalmente pagar por dicho conocimiento alquileres proporcionales a la cantidad de tecnología usada (regalías), de manera que los gastos correspondientes sean proporcionales a las ventas y disminuyan automáticamente cuando éstas bajen.

En las industrias de productos básicos e intermedios los alquileres normalmente se anticipan, sobre la base de un límite superior de producción previamente convenido y cualquiera sea la intensidad con que se use luego la tecnología adquirida. En cualquier momento en que el límite superior convenido sea sobrepasado, hay que incrementar proporcionalmente al exceso los alquileres anticipados.

*Ing. Guillermo López Mellado, de Celanese Mexicana S.A., en su exposición sobre "La industria manufactura nacional y el desarrollo de proyectos"; en el Congreso de la Asociación Nacional de Firmas de Ingeniería, *Memoria*, Mexico, 1971, pág. 126. El agregado entre paréntesis me pertenece.

En investigaciones que hemos realizado* en Argentina no se encontraron casos en que el objeto conocimiento hubiese sido realmente comprado, adquiriéndose la plena propiedad del mismo. Tampoco se encontraron muchos casos en que la posesión del conocimiento por pago de alquileres, proporcionales o anticipados, autorizase a apropiarse del valor de las mejoras que pudieran haberse introducido en ese conocimiento mientras se lo usaba.

El riesgo, medido por la probabilidad de incurrir en imprevistos, se incrementa en el sentido indicado por los ordinales de la siguiente lista de modalidades de adquisición del conocimiento.

- 1.- Alquiler de tecnologías con pagos proporcionales a las ventas y compra de la ingeniería de proyecto al propietario de la tecnología o a quien éste indique.
- 2.- Alquiler de tecnologías con pagos proporcionales a las ventas, pero ejecución del proyecto con ingeniería local elegida por el adquirente.
- 3.- Alquiler de tecnologías con pagos anticipados en función de volúmenes de producción máximos y compra de la ingeniería del proyecto al propietario de la tecnología o a quien éste indique.
- 4.- Alquiler de tecnologías con pagos anticipados en función de volúmenes de producción máximos y ejecución del proyecto con ingeniería local por el adquirente.
- 5.- Compra de la tecnología.
- 6.- Desarrollo de una tecnología propia por contrato con un grupo local de investigación y trabajos de ingeniería de proyecto confiados a una empresa de ingeniería local.
- 6!.- Idem al anterior pero con grupos de investigación extranjeros.
- 6"- Idem pero tanto con grupos de investigación como con empresas de ingeniería extranjeros.
- 7.- Desarrollo de una tecnología propia a cargo de grupos creativos internos a la empresa e ingeniería de proyecto contratada con una empresa de ingeniería local.
- 8.- Idem a 7 pero también con ingeniería de proyecto intraempresaria.

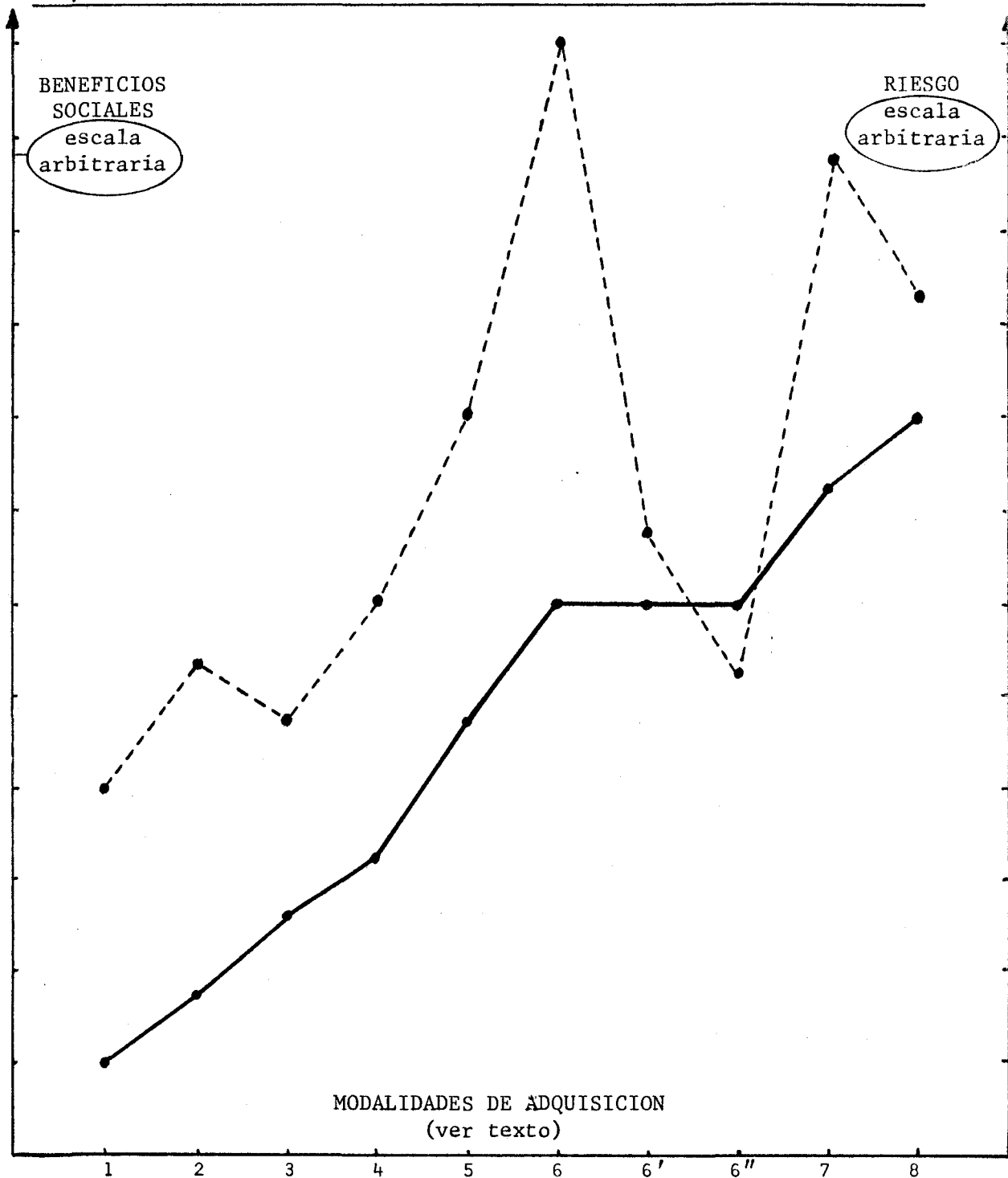
*Ver Capítulo IV.

Si, en cambio, analizamos los efectos sociales positivos de cada una de esas modalidades, podemos imaginar fácilmente que serán tanto más fuertes cuanto mayores sean los componentes de ingeniería y de desarrollo experimental locales. Especialmente cuando esos servicios se contraten fuera de la empresa, ya que entonces es cuando verdaderamente la ingeniería nacional puede capitalizar los efectos resultantes de ejecutar proyectos cruzados y/o repetitivos.

En el Gráfico II3 hemos intentado visualizar esas tendencias contrapuestas y en la tabla II4 hemos procurado resumir los rasgos más salientes involucrados en el problema de la producción local de bienes de capital o de servicios para la creación tecnológica o la ingeniería de proyectos.

GRAFICO II-3

RIESGOS Y EFECTOS SOCIALES POSITIVOS ASOCIADOS A CADA MODALIDAD DE ADQUISICION DE LOS CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA EJECUTAR UN PROYECTO



— Riesgo
- - - - - Beneficios sociales

Los puntos indican niveles correspondientes a cada modalidad en una escala arbitraria que permite asignar posiciones relativas. Las curvas que los unen pretenden marcar las diferencias de nivel y no suponen funciones.

TABLA II - 4

OBJETO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SU PRODUCCION LOCAL EN PAISES PERIFERICOS DE MENOR DESARROLLO	EVOLUCION HISTORICA EN EL PROMEDIO DE ESOS PAISES	MEDIDAS ACONSEJABLES PARA PROMOVER LA PRODUCCION LOCAL
BIENES DE CAPITAL	Costos más altos para la producción local, aun que su importación incide fuertemente en el de sequilibrio de la balanza de pagos y de las es tructuras productivas y frena el desarrollo- tecnológico independiente.	Oscilación entre protec- cionismo excesivo e impor tación indiscriminada.	La protección es el único método co- nocido para lograr que un país expo- tador primario se industrialice. Los países industrializados utilizaron ese método y aún lo siguen aplicando cuando la competencia externa amena- za sus estructuras productivas.
TECNOLOGIA	En el caso de desarrollos tecnológicos que res- pondan a problemas locales que no tienen res- puesta externa disponible los costos están so- metidos a dos factores contrapuestos: -menor costo de la mano de obra científica y técnica; y -mayores costos por ineficiencias estructura- les. Cuando se trata de tecnologías de libre dispo- nibilidad o muy difundidas, los costos direc- tos de adquisición externa pueden ser más ba- jos que los originados por una re-creación lo- cal, pero los costos sociales y empresariales a largo plazo pueden llegar a ser muy altos si no se adaptan esas tecnologías externas a las condiciones locales.	Estímulo al ingreso de tecnología extranjera me- diante cambios preferen- ciales e incentivos impo- sitivos. Gravámenes a la exportación de tecnología nacional. Falta de apoyo a los empresarios locales para conseguir que asuman el riesgo inherente a la creación local.	Protección mediante mecanismos que respondan a la cantidad y tipo de tecnología demandada, a su urgencia social y a las posibilidades de su desarrollo local.
INGENIERIA	Menor costo empresarial y mayores beneficios sociales, sobre todo cuando los servicios se realizan por firmas especializadas y se aprove- chan las economías de los proyectos repetiti- vos y los efectos de arrastre que se originan cuando un mismo equipo ejecuta proyectos dife- rentes.	Se ata, con frecuencia, el suministro de los ser- vicios de ingeniería a la provisión del conocimiento tecnológico. Las empresas más grandes, cuando no compran inge- niería extranjera, tienden a auto abastecerse localmen- te.	Sustitución de la escolaridad inform- tiva por una educación creativa en l- formación de recursos humanos en ing- niería. - - - Apoyo financiero y uso del poder de compra estatal para promover la crea- ción y desarrollo de grupos naciona- les de ingeniería.

CAPITULO II

INGENIERIA Y TECNOLOGIA A ESCALA

APENDICE 1

UN EJEMPLO DE CREACION DE TECNOLOGIA PARA PEQUENA ESCALA
DE PRODUCCION: PLANTA PRODUCTORA DE 3 TON/MES DE HILADO
DE NYLON EN ARGENTINA.

1. Caracterización de la empresa

Se trata de una fábrica de hilo de nylon rígido y texturizado entre 15 y 40 deniers.*

La empresa constituída para esta fabricación es pequeña. La dirección de todas las tareas (técnicas, comerciales y financieras) está concentrada en los dos socios principales que poseen ambos un alto nivel científico y técnico.

La fábrica comenzó produciendo 3 ton/mes para consumo cautivo de una fábrica de medias de mujer. Actualmente están en 15 ton/mes mientras que las otras plantas argentinas tienen tamaños que van de 300 a 800 ton/mes y en los países más industrializados alcanzan las 2.000 ton/mes por planta.

Otro indicador típico de pequeña empresa es el número de personas empleadas: 26 operarios divididos en 4 equipos**; 5 empleados y 5 supervisores.

2. Proceso

Las etapas fundamentales del proceso de hilado cualquiera sea el tamaño de la planta son los siguientes:

- 2.1 - fusión del polímero.
- 2.2 - medición de cantidades de polímero adecuadas a los deniers a producir.
- 2.3 - extrusión a través de placas perforadas.
- 2.4 - enfriamiento.
- 2.5 - arrollamiento del hilo obtenido.
- 2.6 - estirado.
- 2.7 - bobinado final.

3. Antecedentes y motivaciones de la experiencia

Hasta 1960, fecha en que se proyecta la empresa que estamos analizando, la

* Denier es el peso en gramos de 9.000 m de hilo.

** El trabajo de producción es continuo y se divide en 3 turnos de 8 hs. c/u, el 4º equipo hace los relevos.

producción de hilados de nylon en el país se repartía entre tres firmas: una con 50% de capital nacional y las otras dos filiales de empresas transnacionales. De estas últimas, la mayor tenía una capacidad instalada de 100 ton/mes que la convertía en el productor más fuerte del país y pertenecía a su vez a una corporación que ocupaba el primer lugar en el mundo en la producción de este tipo de fibras. Además esta empresa era la única que en ese momento podía abastecer con un hilo de calidad las fábricas argentinas de medias de mujer.

Todas las fábricas efectuaban la fusión del polímero sobre grillas calefaccionadas en cubas mantenidas bajo atmósfera inerte. La filial de la empresa transnacional de mayor magnitud utilizaba cubas que habían sido retiradas del proceso de la casa matriz cuando ésta pasó de la fusión en recipientes estáticos al empleo de extruders donde la fusión se realiza por efecto combinado de temperatura y presión del tornillo, siempre bajo atmósfera inerte.

Cuando se estudió el caso ya todas las plantas existentes en el país, excepto la analizada trabajaban fundiendo en extruders de diseño convencional bajo atmósfera inerte. Esos extruders habían sido importados en todos los casos.

Insisto en mostrar el estado del arte en la etapa de fusión del polímero porque es la que origina mayores gastos de inversión, mantenimiento y personal y es la que al ser totalmente repensada permitió realizar una instalación de pequeña escala.

El objetivo que se fijaron inicialmente los promotores de la empresa fue el de abastecer de hilo de nylon a la fábrica de medias para librarla de las rígidas condiciones de abastecimiento, en precio, pero también en calidad, impuestas por una oferta prácticamente monopólica. Para ello debían conseguir una gran flexibilidad para producir los distintos hilados utilizados en esa industria a costos similares o menores que los del mercado existente y con una calidad comparable.*

* El hilo se compraba entonces a 10 U\$S/Kg y fabricándolo podía obtenerse a alrededor de 5 U\$S/Kg. En 1960 el dólar se cotizaba a 82,80 pesos moneda nacional (promedio del año).

4. Diseño de la tecnología

4.1 - Búsqueda de reducción de inversiones

Se diseñaron y construyeron extruders verticales de pequeño tamaño, capaces de entregar de 0,6 Kg/h a 6 Kg/h sin necesidad de cambio de velocidad del tornillo.

Un extrusor de capacidad de entrega tan baja permitió darle flexibilidad al proyecto, ya que en poco espacio era posible hilar deniers diferentes, cada uno en un extruder distinto.

La forma y dimensión del tornillo del extrusor y el sistema de aislación de la camisa permitió trabajar sin necesidad de sistemas de control de nivel del polímero fundido.

Contrariamente a la costumbre de Europa y EEUU. donde se usa acero inoxidable para los equipos de hilatura, en el extruder argentino se usó acero cromo-niquel sólo para el tornillo y el resto se fabricó con acero 1040. La validez de la concepción quedó demostrada por el hecho de que los equipos llevan más de diez años trabajando sin presentar deterioros anormales. Además, la calidad del hilo no sólo fue adecuada para el usuario original, promotor del proyecto, sino que se constituyó con el tiempo en un hilo bien aceptado en plaza.

Esto a pesar de que el diseño introdujo otra variante fundamental sobre la tecnología convencional al eliminar la atmósfera inerte. Siempre se había considerado que era necesario realizar la fusión del polímero en presencia de un gas inerte (generalmente nitrógeno) cuyas especificaciones en cuanto a contenido de oxígeno y humedad eran muy estrictas.

A pesar de haber transgredido este tabú el equipo redujo la cantidad de hilo de segunda calidad produciendo en relación a la que se considera como normal en los equipos convencionales. Por calidad de segunda se entiende aquel hilado que no cumple con las normas de uniformidad de grosor y/o tenacidad.

Se pudo reducir los costos de inversión sobre todo por los siguientes fac-

tores de diseño de los extruders:

- no se incluyeron mecanismos de variación de velocidad para los motores de accionamiento de los tornillos.
- no fue necesario incorporar sistemas de control de nivel.
- no se empleó acero inoxidable.
- se eliminó toda la instalación para la producción y mantenimiento de una atmósfera inerte.

En la instalación original (1960) el resto de los equipos fueron convencionales, pero en las sucesivas ampliaciones para pasar de 3 ton/mes a 15/ton mes se introdujeron nuevas reducciones en los costos de capital al hacer construir las colectoras enrolladoras en el país eliminando de las mismas el costoso control de velocidad por variación de frecuencia.

También se redujo la demanda de capital al simplificar los métodos y equipos de control de calidad. Por ejemplo, en el control de uniformidad del grosor se reemplazaron equipos importados sofisticados por la confección de medias empleando máquinas en desuso de la fábrica que había originado el proyecto. Esas medias eran luego examinadas visualmente en dispositivos muy sencillos que facilitan la detección de las irregularidades.

4.2. Reducción de gastos en mano de obra y de gastos generales

Una de las desventajas que suelen presentar las plantas de poco nivel de producción es una relación de horas hombre por Kg. producido más alta que en las empresas más grandes.

Esto se evitó en el caso comentado por los siguientes factores de diseño:

4.2.1-Se pudo prescindir del laboratorio de control de materias primas porque la gran flexibilidad de la instalación y el estricto control de calidad del producto final permitió obviarlo.

En una instalación convencional de gran envergadura, la carga de un polímero inadecuado puede significar la pérdida o el pase a segunda de un volumen de producción considerable ya que, entre otras cosas, la limpieza

del circuito se hace por pasaje de materia prima adecuada que arrastra los restos del polímero usado previamente. En la instalación que nos ocupa cada vez que se recibe una partida nueva de polímero, se carga en uno de los 8 extruders una parte de un tambor y al poco tiempo se puede controlar la calidad del hilado producido. Si hay cualquier problema, se saca el cabezal para limpiarlo, se recupera el polímero que pueda quedar en la tolva de carga, se coloca un cabezal de extrusión de los que permanente tienen disponible para reemplazo y una hora después de haber detenido la operación de prueba se puede reiniciar el trabajo con un polímero ya probado. La pérdida de producción será como máximo un octavo de la producción horaria total por el tiempo en que el extruder estuvo trabajando hasta la determinación de la calidad del producto.*

Teniendo en cuenta además que por lo general la calidad de la materia prima es muy pareja, esta pérdida ocasional está más que compensada por la reducción de inversión que significó el prescindir del equipamiento de un laboratorio de control y el ahorro de las retribuciones mensuales correspondientes a un laboratorista.

4.2.2-Por un planteo adecuado del edificio (ubicación de baño y comedor por ejemplo) y por un diseño adecuado de herramientas y métodos de armado y desarme de los extrusores, se hizo posible que un solo operario atendiera esta operación que actualmente se realiza con 8 unidades.**

4.2.3-Los tableros de control de los extrusores son del tipo de inserción bajo carga de manera que pueden sacarse en minutos y reemplazarse por otro que siempre está en reserva en la misma sala de control, mientras que el averiado puede esperar su reparación oportuna por el equipo interno de mantenimiento o por su envío a talleres externos.

4.2.4-El mantenimiento básico es realizado por la misma gente de producción quien fue adecuadamente adiestrada para ello por los propios directores propietarios.

* En la práctica es del orden de 10kgs.

** Conviene recordar que el desarrollo de este proyecto no obedeció a una conceptualización previa como la que proponemos en nuestra metodología. Por ello es posible que algunos factores como las condiciones psicológicas a que se somete el trabajo no hayan sido debidamente considerada e integradas. El tiempo de permanencia en las instalaciones fue muy corto para abrir juicio en esos aspectos.

el mercado por una competencia de precios que las lleva a establecer valores no rentables, pero que ellas, por su diversificación, están en condiciones de absorber.

La empresa considerada en cambio es monoprodutora, pero da rápidas respuestas tecnológicas a todas las modificaciones del mercado, buscando satisfacer con agilidad determinadas demandas, de menor nivel cuantitativo, pero de alta exigencia cualitativa.

La holgura de tiempo de que disponen sus directores propietarios les permite realizar proyectos de instalaciones de hilado en el exterior del país. Los excelentes resultados económico-financieros y este deseo de expandirse profesionalmente fuera de la empresa los llevaron a incorporar un jefe de producción y un asistente técnico de la dirección que no se justifican desde el punto de vista de un organigrama ajustado estrictamente al volumen de producción de la empresa y a su complejidad. Es una especie de "lujo" permitido por el eficaz manejo tecnológico del conjunto y su adaptación a la escala de producción elegida.

CAPITULO II

INGENIERIA Y TECNOLOGIA A ESCALA

APENDICE 2

OTRO EJEMPLO DE TECNOLOGIA ADAPTADA A PEQUEÑA ESCALA DE PRODUCCION: UNA EMPRESA ARGENTINA DEL SECTOR ELECTRONICO.
CO.

1. Caracterización de la empresa

La empresa se dedica a la producción de aparatos de radio y televisión para la recepción de programas comerciales.

La dirección general es ejercida por quien controla el capital, pero existen direcciones separadas para la administración de la tecnología, de las ventas, del personal y de las finanzas. Ello configura un esquema típico de mediana empresa, corroborado por la cifra de ventas anuales que es del orden de un millón de dólares norteamericanos y por el volumen de mano de obra empleado (400 personas entre obreros, administrativos y técnicos).

Sus lotes de producción típicos oscilan entre 30 y 200 aparatos por día. Se puede considerar que en los países de mayor mercado dichos lotes son cinco a diez veces más grandes.

En espacio la empresa fue creciendo alquilando locales puesto que el costo financiero de una planta propia sería muy alto. La empresa genera excedentes suficientes para atender los esfuerzos financieros de sus ventas, pero no más.

La venta es directa al comerciante minorista. La empresa mantiene su taller de reparaciones adonde llegan los aparatos entregados para arreglo en todos los locales de venta de la Capital Federal. En el interior preparan gente para que haga el trabajo de reparación localmente enviando al taller central los casos más difíciles que exigen instrumental especializado de alto costo.

2. Análisis del mercado

El mercado de aparatos de radio está dividido en dos grandes sectores: el llamado de marcas y el de armadores.

El primero se divide a su vez en:

- sub-sector de aparatos de onda larga de calidad mediana: en él las empresas filiales de los grandes grupos transnacionales ven-

den aproximadamente diez veces más que las empresas nacionales. Este subsector por su volumen permite programar la producción por lotes con el criterio clásico de líneas de montaje. Cuando los lotes así programados superan la demanda la presión de los stocks acumulados obliga a colocarlos en cualquier condición. Aquí también las filiales de las grandes corporaciones presentan ventajas ya que la amplia gama de productos que manejan les permite enjugar fácilmente el déficit que temporariamente pueda producir una de las líneas.

- subsector de aparatos de onda larga de calidad buena: se reparte entre empresas nacionales y filiales de corporaciones extranjeras.
- subsector de aparatos de multibandas de calidad buena y muy buena: predominan aquí las empresas nacionales porque los lotes de producción no se ajustan a las escalas de programación clásicas. Además hay un problema de diseño: los modelos europeos apuntan a desarrollar sobre todo la frecuencia modulada y la onda corta. Los diseñadores nacionales insisten en cambio en acrecentar la sensibilidad en ondas largas y medianas a fin de que aún con las grandes distancias a cubrir desde la capital* se puedan escuchar las radioemisoras porteñas que nuclea las figuras de mayor prestigio y también las más populares del ambiente artístico y que poseen los mejores servicios de información. Es un diseño que se considera mejor adaptado a la realidad socio-geográfica argentina con núcleos de población dispersos en un extenso territorio y un monopolio cultural de la capital. En este subsector se ubica la empresa estudiada.

El sector de los armadores que venden, sin marca, aparatos de menor calidad y menor precio, representa un 50% del mercado total de radios. Este grupo no tiene fábricas o locales de armado propios y no soportan prácticamente ningún gasto de estructura. Compran los insumos a medida que los necesitan (incluso los rezagos de empresas como la analizada) y los distribuyen a domicilio para el armado. La comercialización también es artesanal: venden ellos mismos o a lo sumo tienen algunos vendedores a comisión. Las ventas se realizan casi siempre al contado. Los negocios de mayor jerarquía nos les compran, pe-

*3.500 Km hasta Ushuaia en el Sur; 2.000 Km hasta La Quiaca en el Norte.

ro todas las radios de plaza entre 14 U\$S y 6 U\$S pertenecen a este sector.

Una prueba de la flexibilidad comercial de este último sector lo da este hecho: un armador llegó a producir 10.000 radios por mes cuando la empresa analizada fabricaba alrededor de 2.000 y en un momento dado en que comenzó a tener dificultades en el abastecimiento de insumos, decidió de un día para otro no armar más y dedicar su capital a otra cosa. Pudo hacerlo así porque no tenía ni empleados, ni stock, ni deudas a cobrar

3. Diseño de la tecnología

3.1-Problemas de armado

Las operaciones fundamentales del armado de un equipo de radio consisten en tomar elementos prefabricados (resistencias, condensadores, placas de pertinax con el circuito impreso, etc.) y fijar los elementos activos en los puntos adecuados del circuito. Para ello los extremos conductores libres de las resistencias, los condensadores, los diodos, etc., deben doblarse de manera de poder insertarlos en los orificios preestablecidos de las placas de pertinax a donde se fijan por soldadura.

La operación del doblado de los terminales puede hacerse:

- a) manualmente;
- b) mecanizando el doblado en sí pero alimentando la máquina manualmente, es decir presentando el operario uno a uno los distintos elementos a doblar y accionando luego el mecanismo de doblado por pedal; o
- c) en forma totalmente automática, bastando en ese caso cargar la tolva de la máquina con los elementos a doblar.

Cuando los lotes de producción son chicos, como cada circuito lleva entre 20 y 30 componentes, si se emplea un equipo totalmente automático hay que elegir entre:

- cambiar frecuentemente el reglaje de la máquina para adaptarla a los distintos tipos de elementos.
- mantener stocks relativamente grandes de elementos doblados.

Como los tiempos de regulación de la máquina son relativamente largos, un cambio frecuente del tipo de doblado a efectuar anula las ventajas de costo emergentes de un ritmo de producción elevado. El mantenimiento de altos stocks representa costos de capital y de estructuras para ordenar, clasificar y aprovisionar las líneas de montaje que anulan las posibles ventajas de un menor empleo de mano de obra. Decimos posibles ventajas porque debemos suponer que el reemplazo de operarios por la máquina automática responde a una ecuación inicial por la cual el costo de los primeros es superior al costo del capital necesario para adquirir la segunda.

En el caso del doblado simplemente mecanizado, si bien el tiempo de regulación del equipo para adaptarlo a los distintos tipos de componentes es menor que en el equipo totalmente automático, no deja de ser engorroso pasar de un componente a otro. Máxime cuando en el país la normalización de los componentes no es total y la operación de doblado puede ser distinta para un mismo componente según sea el proveedor. Además los stocks de elementos predoblados a mantener si bien serán menores con relación al uso de dobladoras totalmente automáticas, serán siempre mayores que los exigidos por un doblado manual. Este último puede seguir con mayor flexibilidad que cualquiera de los otros dos las exigencias cambiantes de la línea de armado.

Una decisión similar entre automatizar o no la operación se presentaba en la etapa de soldado, ya que la colocación de los elementos en las placas se hace en todos los casos en forma manual. La soldadura automática se efectúa presentando la placa con los elementos colocados sobre rieles situados a muy pocos milímetros de la superficie de un baño de estaño fundido. Este es agitado en forma regular de manera que las pequeñas "olas" ocasionadas por las perturbaciones depositen una capa de

metal en los orificios donde se han insertado los componentes asegurando así su fijación a la placa.

Paralelamente al empleo de la soldadura manual, componente por componente, la empresa ensayó la soldadura automática en un equipo de su propio diseño y encontró que si bien disminuía el costo de la mano de obra directa por unidad aumentaban los costos de supervisión y por ende los gastos fijos de la empresa.

En mercados con inflación es más fácil trasladar a los precios los incrementos en los gastos directos o proporcionales que los correspondientes a los costos fijos o de estructura. Además la diferencia entre el costo de la mano de obra directa para doblado o soldadura y el de los técnicos para el control de calidad o la regulación de máquinas automáticas es mayor en Argentina que en mercados de mayor desarrollo y mayor nivel de vida.

Si reemplazamos X obreros de un costo x en las tareas de doblado y soldado por Y personal de mayor calificación para el control de calidad y la regulación de los equipos, cuyo costo fuese y, tendríamos:

$Y < X$ tanto en los mercados desarrollados como en Argentina, pero

$X - Y$ en mercados desarrollados $>$ $X - Y$ en Argentina

porque mientras Y es aproximadamente el mismo para ambos*, X es menor en Argentina debido a la menor escala de producción.

Como además,

$Y - X$ en Argentina $>$ $Y - X$ en mercados desarrollados

las economías por unidad producida pueden llegar a ser menores en Argentina que en los otros mercados.

Además esas economías se anulan en cuanto una retracción de las ventas hace que las estructuras de supervisión y de atención de los equipos automáticos resulten desproporcionadas en relación a los volúmenes de producción.

*No son exactamente iguales porque la parte correspondiente a control de calidad es bastante proporcional a la producción.

Por otra parte, al soldar terminal por terminal, el soldador puede ir eliminando aquellas piezas que tienen terminales oxidados o en las cuales la plastificación protectora no ha dejado libres las puntas. En cambio en la soldadura automática esa pieza mal soldada sólo puede ser detectada en la supervisión de control de calidad cuya eficiencia y minuciosidad deben por lo tanto extremarse.

Estas consideraciones explican por qué la empresa en cuestión tomó la decisión de realizar su producción con una cadena de armado donde tanto el doblado como la colocación y el soldado de los componentes se hace en forma manual.

3.2. Problemas de diseño

Prácticamente todos los elementos tuvieron que ser diseñados por la oficina técnica de la empresa pensando los volúmenes de producción que ésta debería exigir a su vez a sus proveedores, en función de la capacidad instalada de los mismos y de los costos de formación de stocks.

3.2.1-gabinetes

Los gabinetes de algunos aparatos de radio siguen siendo de madera porque sus lotes de producción no justifican la alta inversión exigida por una matricería para fabricarlos con materiales plásticos.

3.2.2-perillas

En el caso de las perillas se estableció un compromiso entre el costo de la matriz (tanto mayor cuanto mayor es el número de bocas) y el costo de inyección (tanto menor cuanto más unidades se producen por ciclo).

3.2.3-chapas de identificación

En las chapas de identificación de los aparatos el reemplazo del litografiado por la foto impresión permitió disminuir los costos y reducir el stock a mantener.

3.2.4-emblemas y piezas de terminación en relieve

La tecnología clásica preconiza la inyección de zamac o el acuñado y es-

tampado sobre latón, bronce o aluminio. Como tecnología alternativa para pequeñas producciones se prefirió el centrifugado de una aleación plomo-zinc en matrices de caucho con lo que el costo unitario por pieza es mayor pero la inversión en matricería es prácticamente nula.

3.2.5-soportes y amortiguadores

Para grandes producciones se hubiera podido pensar en inyección de polietileno, o polipropileno, pero el alto costo de las matrices llevó en este caso a preferir el moldeo de caucho virgen en moldes de muy bajo precio.

3.2.6-chasis y elementos portantes

Se decide construirlos soldando elementos con lo que se evita también en este caso la realización de matricería compleja y cara.

3.2.7-dispositivos y herramental

Dada la movilidad (cambio de ritmo) que deben tener las líneas de montaje, el diseño de los dispositivos y herramientas de trabajo se realiza tomando como dato el menor número de operaciones posibles, a fin de poder utilizarlos en cualquier puesto de montaje al variar las cantidades de aparatos a producir por día.

Como se programa en función de las ventas las líneas de armado pueden pasar de una producción de 50 aparatos por día a otra de 150 unidades en el mismo lapso. Un operario que efectúa 5 operaciones cuando la línea trabaja a un ritmo de 50 unidades/día, realiza sólo dos al elevarse la cadencia de producción a 150 aparatos. En lugar de tener un dispositivo o herramental para el conjunto de 5 operaciones y otro para el conjunto de dos, tienen preparados 5 dispositivos, de los cuales en el 2º caso sólo emplean 2 y los otros tres se distribuyen entre otros puestos de la línea.

3.2.8-embalaje

Resultaba más barato comprar las cajas de cartón para el embalaje en un pequeño fabricante que en un proveedor dotado de líneas automáticas, ap-

tas para alimentar la gran escala de abastecimientos exigida por una industria de aceite comestible o de pinturas, pero cuya adaptación para satisfacer pequeñas demandas diferentes origina costos excesivos.

No obstante se prefirió hacer pedidos más grandes que los necesarios y comprar más caro por razones de calidad. Las cajas de los productores más pequeños no tenían dimensiones constantes y la impresión era mala. Además no conseguían cartón corrugado con la cara externa blanca; mientras que el productor mayor lo podía producir en su propia fábrica de cartón. En este caso la empresa introducía conscientemente mayores costos para responder a un capricho del mercado porque, en realidad, una caja de exterior blanco se ensucia mucho pero hace resaltar la marca y los grabados que es lo que impresiona al comerciante, al vendedor de detalle y al cliente final.

Al analizar estos ejemplos debe tenerse presente la inestabilidad de la demanda sectorial y el alto costo del dinero en el mercado financiero argentino. Debe recordarse también que los costos de inmovilización de existencias pueden alcanzar, excluyendo los intereses del capital, valores del orden del 20% del valor inmovilizado si se suman las amortizaciones de los medios de almacenamiento, los seguros, los impuestos, los costos de transporte, manipulación y distribución y las pérdidas por obsolescencia.

4. Tecnología de la administración

Se ensayó la facturación por computación, extendiendo luego su uso a la liquidación de sueldos y jornales. Pero los mismos criterios de racionalidad que indujeron a reducir a un mínimo los gastos en trabajo especializado complejo mostraron que a la empresa le convenía seguir utilizando en las dos tareas mencionadas los métodos manuales.

La empresa prefirió invertir en la creación de infraestructuras creativas para el desarrollo de nuevos modelos. Así en el laboratorio electrónico trabajan 10 técnicos* y 4 ingenieros electrónicos; en la oficina de prototipos 2 técnicos y en la de diseño 4 técnicos mecánicos y 1 diseñador industrial.

* Cuando digo técnicos, me estoy refiriendo a egresados de escuelas secundarias técnicas con especialización eléctrica, electrónica, mecánica, química o en construcciones.

El resultado es un promedio de 2 desarrollos electrónicos* por año. Actualmente están entrando en el campo de las comunicaciones: aparatos de radio unidos a teléfonos particulares para comunicar abonados de pequeños pueblos con la central telefónica más próxima del circuito nacional estatal.

*es decir creación de aparatos con diferentes circuitos y no solamente con distintas presentaciones exteriores (diseño de forma).

CAPITULO II

INGENIERIA Y TECNOLOGIA A ESCALA

APENDICE 3

CREACION DE TECNOLOGIA EN UNA PEQUEÑA INDUSTRIA ARGENTINA
DE PROCESO.

1. Caracterización de la empresa

La empresa produce por polimerización del meta acrilato de metilo:

- planchas finas (menos de 10mm de espesor) para letreros, iluminación, revestimientos y decoración.
- planchas gruesas (50 a 100 mm de espesor) para maquinado de piezas especiales.
- barras (50 a 150 mm de diámetro) para iguales aplicaciones que las planchas gruesas.
- tubos para usos similares a los confeccionados con otros materiales plásticos, pero de selección prioritaria en determinadas condiciones de ataque químico o de necesidades de transparencia y constancia de diámetro.

Es una típica pequeña empresa de alto insumo científico en la rama química, fundada por dos ex-docentes de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Buenos Aires que actualmente se reparten las tareas administrativas, técnicas y de comercialización, detentando la mayoría de acciones de la sociedad anónima formada. Corroboran la tipificación de pequeña empresa los siguientes indicadores:

- personal empleado: 18
- cifra de ventas: del orden de 100.000 dólares anuales.

La capacidad de la fábrica es del orden de 15 ton por mes de los distintos productos. Existen otras plantas en el país cuya capacidad instalada es del orden de 90 ton/mes y una capacidad corriente en los países industrializados está en el orden de 1.000 ton/mes.

El crecimiento de la producción entre los años 1964 (fundación de la empresa) y 1971 da una tasa promedio del 25% anual. Aparentemente la expansión no es mayor debido a la falta de instrumentos adecuados de política tecnológica que apoyen este tipo de industrias pequeñas de alta creatividad. Por ejemplo la falta de soporte financiero impidió a la empresa construir una fábrica adecuada a ese ritmo de expansión en terrenos adquiridos en la Provincia de Bs. As. y para satisfa-

cer el crecimiento de la demanda debió simplemente trasladar sus instalaciones dentro mismo de la Capital Federal pasando del local donde funcionaba desde su fundación, intolerablemente estrecho para la producción comprometida, a otro un poco más amplio que les da un desahogo momentáneo.

2. Desarrollos tecnológicos

En 1967 la empresa desarrolló una centrífuga para producir los tubos y fue la primera en fabricarlos en el país.

En 1970 creó un método patentado para la eliminación de los inhibidores de los monómeros acrílicos que utiliza en su planta. Ese método está siendo usado ahora por otras fábricas de Argentina y de otros países y de él me ocuparé en detalle.

3. Breve descripción del proceso

Con excepción de las grandes fábricas continuas de más de 2.000 ton/mes, las plantas productoras de planchas acrílicas siguen el proceso indicado en el esquema.

Como normalmente las fábricas productoras de monómero (gran industria petroquímica) están alejadas de las plantas transformadoras y polimerizadoras del producto, el monómero debe inhibirse para evitar su polimerización incontrolada en tránsito.*

El inhibidor más empleado es la hidroquinona y su eliminación puede lograrse por tres métodos, de los cuales el llamado VICAL es el desarrollado por la empresa que comentamos.

El método de destilación exige una columna de acero inoxidable trabajando bajo vacío y por su costo de inversión y complejidad de manejo sólo se justifica en instalaciones de gran producción ya que puede trabajar

*Las plantas gigantes que he mencionado buscan instalarse actualmente cerca de los fabricantes de monómero de manera de poder recibirlo a granel en forma continua y sin inhibidores, agregando así una economía más a su proceso de producción al evitar la etapa de eliminación del inhibidor.

en continuo.

En las plantas pequeñas el método normalmente usado era el del lavado alcalino. El monómero era tratado primero con una solución de hidróxido y cloruro de sodio y luego con cloruro de calcio. La operación exigía:

- dos tanques de agitación
- un filtro final
- un tanque de preparación y distribución de la solución sódica
- un tanque de distribución del cloruro de calcio
- los tanques de almacenaje del monómero bruto y de monómero ya tratado

En nuestro país el cloruro de calcio resultaba relativamente caro como reactivo y su obtención era difícil en ciertos momentos. Ello llevó a los directivos de la empresa estudiada a desarrollar un método que prescindiera de ese material, que realiza el lavado en una sola etapa y que por ende exige una menor inversión inicial ya que emplea solamente un tanque con agitación y también un solo tanque de preparación de reactivos. Además el diseño del filtro se simplifica bastante.

La comparación económica entre los tres métodos se dan en la tabla adjunta donde se ven claramente las ventajas del método VICAL que de un desarrollo exigido por la pequeña escala de producción de la empresa y las particulares condiciones del mercado argentino de productos químicos pasó a convertirse en un procedimiento que interesa a escalas de producción mayores que aquellas para las cuales fue inicialmente creado.

COSTOS COMPARATIVOS DE LOS METODOS PARA ELIMINACION DE
INHIBIDORES DEL MONOMERO ACRILICO

Bases:

-producción: 5 ton/día.

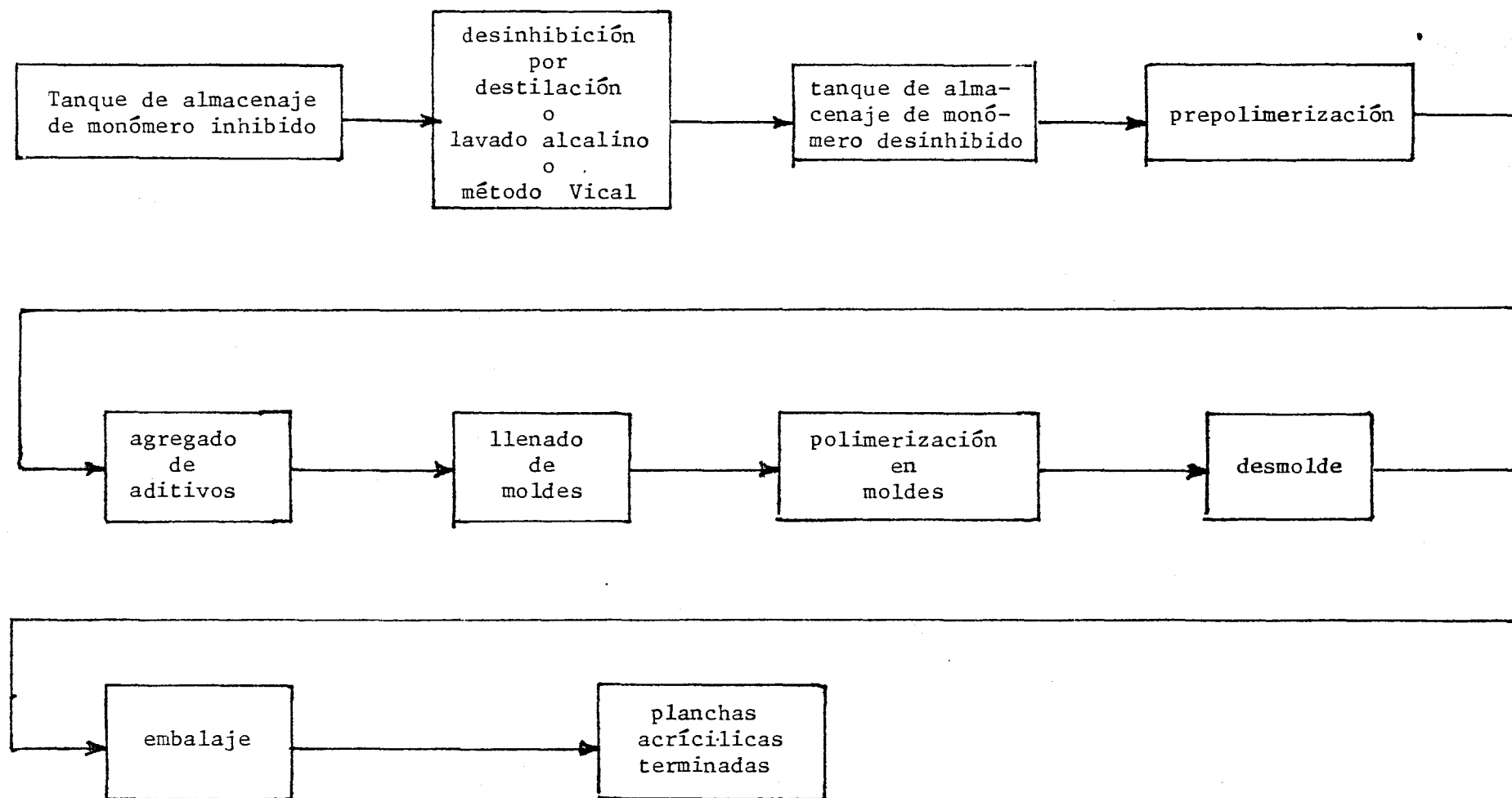
-valores en dólares estadounidenses - año 1972.

-amortización de los equipos calculada sobre una vida útil de 10 años con 250 días de trabajo.

	DESTILACION AL VACIO		LAVADO ALCALINO		METODO VICAL	
	U\$S	U\$S/ton	U\$S	U\$S/ton		
costo equipo	25.000		4.000		1.000	
amortización equipo		2,00		0,33		0,08
costo de los productos químicos		-		3,60		9,80°
mano de obra	3 hora/ton	8,00	3 $\frac{\text{hora}}{\text{ton}}$	8,00	1 $\frac{\text{hr}}{\text{ton}}$	2,70
energía		1,00		0,03		0,03
Monómero perdido & costo	2 a 4	12,00	3 a 5	16,00	0,1	0,4
costo total		23,00		27,96		13,01
hidroquinona residual	1 a 5 ppm		0,03 a 0,1 ppm		0,03 a 0,01 ppm	

°incluye pago de licencia por uso de patentes a VICAL

PROCESO DE FABRICACION DE PLANCHAS ACRILICAS



CAPITULO III

INGENIERIA Y CAMBIO SOCIAL: EL ROL DEL ESTADO Y DE LA COOPERACION INTERNACIONAL

¿Podrá una distribución racional de las funciones de la propiedad entre los individuos y el Estado retener el espíritu schumpeteriano de innovación para contrabalancear la probable expansión de la burocracia?

Gunnar Adler Karlsson, en *Function al Socialism*, Estocolmo, 1967, pág. 49.

FLUJOS TECNOLOGICOS

Dentro de cada sistema nacional podemos delimitar un subsistema productor de bienes y servicios y un sub-sistema creador de conocimientos científicos y tecnológicos.

Podemos imaginar que las superficies envolventes de ambos presentan muchos puntos comunes, a través de los cuales se realiza intercambio de bienes, servicios, dinero, conocimientos y personas.

Por otra parte ambos subsistemas presentan también superficies de contacto y de intercambio con el conjunto de sub-sistemas de los otros países que hemos englobado bajo el nombre de "exterior" (ver esquema III-1).

Si nos circunscribimos a analizar los flujos de conocimientos entre los dos subsistemas y entre cada uno de ellos y el exterior, encontramos que es en el subsistema científico-técnico donde se origina y acumula el potencial de oferta de conocimientos, mientras que las necesidades del subsistema productivo originan un cierto potencial de demanda, especialmente de tecnologías.

Este puede ser satisfecho desde adentro (flujos transversales) o puede colmarse desde afuera (flujos longitudinales).

Podríamos describir también los flujos tecnológicos mediante una típica ecuación de transporte.

Flujo de la extensidad = Conductancia x Diferencia de potencial

En las ecuaciones de la cinética física, la conductancia resulta de multiplicar la conductividad específica del medio, que depende de sus condiciones termodinámicas y físico-químicas, por el cociente entre la sección y la longitud del transporte que traducen la geometría del equipo, o sea, las condiciones que delimitan el medio en el cual la extensidad es transportada.

En forma análoga la conductancia propia a los flujos tecnológicos englobaría una conductividad específica del medio, que tendría un valor inverso a las resistencias que ese medio opone, y características particulares de su topología como ser la amplitud y la profundidad de los contactos que se establecen entre uno y otro subsistema.

En los flujos transversales de tecnologías dentro de los países periféricos las diferencias de potencial suelen ser débiles (poca demanda y poca oferta adecuada) mientras que las resistencias de la interfase pueden alcanzar valores altos (poco contacto entre empresarios y científicos).

En cambio en el flujo de tecnologías desde el exterior la diferencia de potencial se hace muy grande por la diversidad y volumen de la oferta. Recién desde hace muy poco tiempo y, todavía no en todas partes, se está comenzando a levantar resistencias desde el lado interno, para evitar invasiones masivas de la interfase.

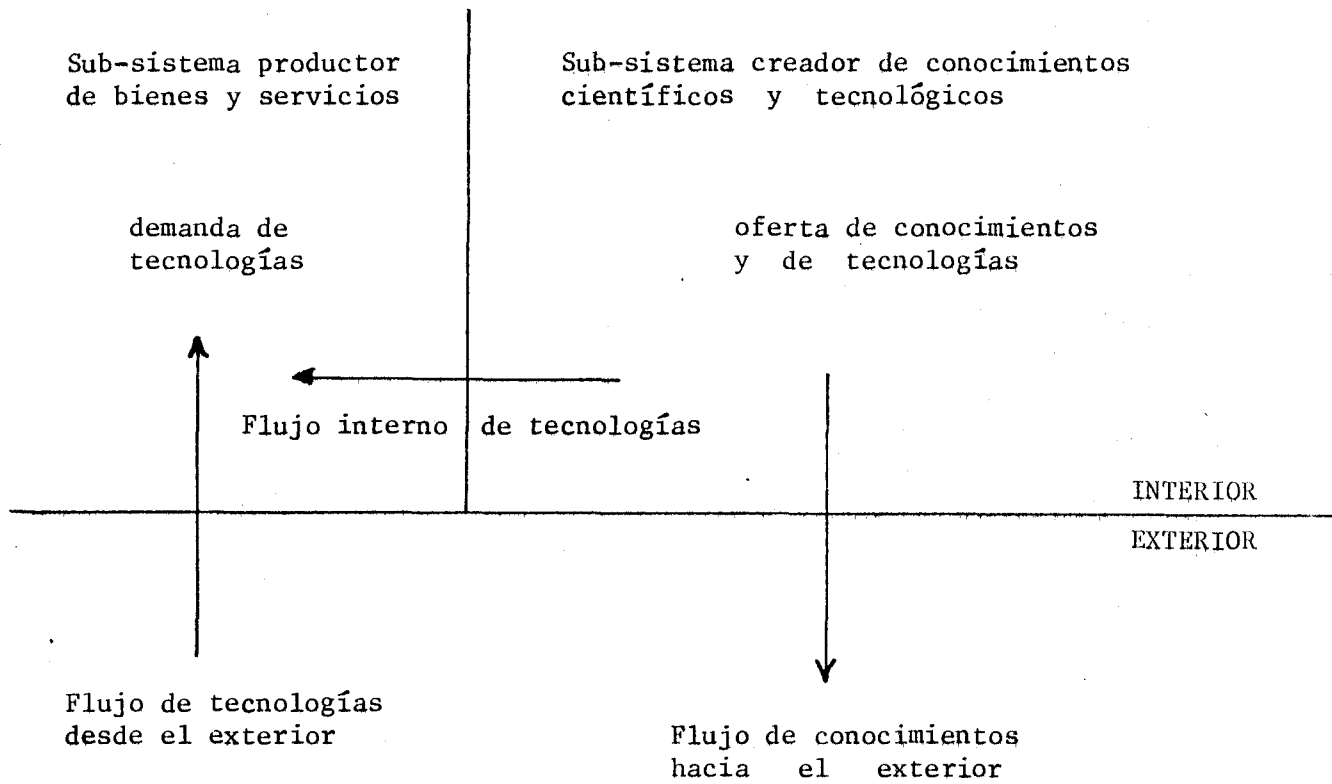
En cuanto a los flujos hacia el exterior, transportan más conocimientos científicos que tecnologías.

También, los gradientes de potencial para esos flujos pueden ser altos porque la oferta desde los países periféricos suele tener nivel adecuado y porque los subsistemas científico-técnicos centrales absorben con facilidad conocimientos nuevos, ya sea que se ofrezcan como tales o incorporados en determinadas personas. En este último caso las interfases pueden presentar algunas resistencias, sobre todo en el lado externo, tendientes a preservar las fuentes de trabajo locales para los profesionales del país receptor.

En la práctica los flujos pueden medirse por el número de tecnologías transferidas o por su valor en unidades monetarias.

Por ejemplo el registro argentino de contratos de transferencia de tecnología está empezando a medir los flujos entre el sub-sistema productivo interno y los medios externos. El Registro mexicano intenta medir además

ESQUEMA III-1 - FLUJOS TECNOLOGICOS



$$\text{Flujo} = \frac{\text{diferencia de potencial entre oferta y demanda}}{\text{resistencia del medio}}$$

los flujos internos, transversales, puesto que la ley mexicana obliga a inscribir también los contratos de adquisición de tecnología celebrados con fuente de suministro internas.

Una primera meta elemental para cada sistema nacional consistiría en disminuir los flujos externos y promover simultáneamente los flujos internos que fortalecerían el sub-sistema científico técnico y, por ende, la capacidad de decisión tecnológica independiente.

Para lograr esa meta se han ensayado y se siguen ensayando varios caminos. Uno consiste en incrementar el potencial de la oferta interna de conocimientos. En un momento dado, ciertos centros de planificación nacionales y algunos organismos internacionales de promoción del desarrollo creyeron que instalando capacidad de creación científica y tecnológica, aumentando el número de científicos e ingenieros bien formados y promoviendo la investigación, se produciría como consecuencia un flujo de conocimientos hacia el subsistema productivo que lo modernizaría y lo desarrollaría.

Si la infraestructura productiva no aprende a confiar en el subsistema científico-técnico interno y si la superestructura política no adopta medidas que faciliten los flujos transversales, el resultado final del desarrollo de una ciencia local no integrada en lo nacional es un incremento de los flujos hacia el exterior;

- a) por la emigración de personal altamente calificado buscando mayor estabilidad, mejores retribuciones y condiciones de trabajo más adecuadas y eficientes.
- b) por la producción de conocimientos científicos que solamente pueden ser absorbidos, asimilados y transformados en creaciones tecnológicas por sistemas científico-técnicos externos, mejor preparados para acatarlos y desarrollarlos.

La otra vía de corrección del desequilibrio entre flujos plantea la ecuación en forma inversa: Propone centrar los esfuerzos en la moderni-

zación mediante el uso de capital y tecnología externos, del sistema productivo interno. Este en una segunda etapa generaría demandas sobre el subsistema científico-técnico local. El resultado suele involucrar un mayor endeudamiento externo, desequilibrios crecientes en la balanza de pagos y una sujeción aún mayor a las fuentes externas de conocimiento para el mantenimiento o la ampliación de la capacidad productiva instalada.

En cambio, pocos se han puesto a trabajar en la modificación de las conductancias, buscando reducir las resistencias que se oponen al flujo transversal e introduciendo, en cambio, resistencias a la incorporación indiscriminada de tecnologías externas. La modificación de las conductancias exige que se actúe también sobre los factores psicológicos, sociales, políticos y financieros que pueden incrementar la conductividad específica de cada medio nacional, en el sentido de una relación más amplia entre sus subsistemas.

Entre las medidas posibles se destaca el fortalecimiento de la ingeniería y la consultoría nacionales, que constituyen los mejores vectores soporte del transporte interno de conocimiento, por estar ubicadas, justamente, en la interfase entre el subsistema socio-económico y el subsistema científico técnico. La consultoría y la ingeniería constituyen el nexo de unión entre creación y producción.

Las conductancias transversales no podrán modificarse mucho mientras los subsistemas socio-económicos no sustituyan la modernización como objetivo de su evolución por el bienestar. El grado de modernidad de la tecnología a emplear con este último fin sería, entonces, una variable más entre las muchas que habría que utilizar para lograr un crecimiento autosostenido, armónico y justo del sistema.

Si los organismos de financiación internacional cobrasen lo que corresponde por el dinero que prestan, pero dejando que los recursos así inyectados en los subsistemas productivos originen efectos de arrastre y multiplicadores por la producción de los conocimientos tecnológicos, de los servicios de ingeniería y de los bienes de capital que demandan, ayudarían mucho más al desarrollo que otorgando créditos de bajo interés directo pero que permiten a los poseedores del capital resarcirse por vías indirectas, como las resultantes de la obligación de adquirir por ese dine-

ro los equipos, y a veces ciertos insumos, en los países de origen.

En lugar de suponer que las probabilidades de éxito de una inversión guardan relación directa con la cantidad de elementos tecnológicos, de ingeniería y de equipos introducidos desde sistemas más desarrollados, los organismos de financiación deberían pensar que la rentabilidad de los proyectos en que intervienen depende, sobre todo, de la utilidad social de los mismos y de la eficiencia con que sean aplicados localmente los recursos que suministran.

Voy a poner en boca de supuestos banqueros expresiones que muestran las diferencias entre una y otra actitud. La que preconizamos llevaría a un diálogo en la que el agente financiero después de revisar un estudio de prefactibilidad, diría al empresario:

- "Vamos a ayudarlo a poner en marcha su proyecto porque consideramos que ha seleccionado bien la tecnología y porque está proponiendo un buen trabajo de adaptación de la misma a las condiciones de su país. Para disminuir el riesgo de que Ud. no pueda devolvernos el dinero que le vamos a prestar, controlaremos la utilidad social de la realización que nos propone y vigilarémos la eficiencia de su ejecución, empleando con ese fin, en lo posible, recursos humanos de su propio país. Como, además, queremos que la mayor parte de los recursos que vamos a proveer sean gastados internamente, vamos a buscar juntos las mejores firmas nacionales de ingeniería, de consultoría y de fabricación de equipos. Si no los conseguimos en su país, los buscaremos en los otros países de la región comenzando por los más próximos al suyo, y si tampoco allí tenemos éxito, entonces volcaremos la búsqueda al resto del mundo, dando preferencia, recién en ese momento, al país de origen del capital.

Mucho más frecuentemente escuchamos en cambio manifestaciones como la siguiente:

- "Si Ud, nos presenta un proyecto cuya rentabilidad probable está

avalada por estudios realizados por una consultoría de capacidad internacionalmente reconocida, vamos a acordarle un préstamo para que adquiera fundamentalmente tecnología, ingeniería y equipos en el país prestamista. Para las adquisiciones locales podrá utilizar los fondos de contrapartida".

La primera actitud obliga a entreverarse con la realidad de cada país, a sentirla y a vivirla. La segunda se coloca afuera y por encima de la realidad local y pretende orientarla condicionando su evolución a realidades externas.

LA COOPERACION INTERNACIONAL

El desarrollo de una tecnología a escala para encontrar soluciones propias a problemas locales y poder ir tomando gradualmente el control de las decisiones tecnológicas dentro de cada sistema nacional implica necesariamente una interrelación con el exterior. Para que ésta pueda ser realizada con autonomía, se necesita crear ciertas resistencias entre los cuerpos sociales interconectados a fin de impedir que, por simple diferencia de potencial, las sociedades más ricas y desarrolladas desborden opresivamente sobre las más pobres.

Karlsson, estudiando los flujos financieros y tecnológicos entre oeste-este-sud*, observa que la cooperación internacional, si bien constituye el factor por excelencia para la promoción del crecimiento (ejemplo típico de la colaboración entre los países desarrollados del Oeste), no contribuye a solucionar, sino que al contrario parece agravar algunos problemas esenciales para los países periféricos como el pleno empleo, el acceso de todos a la satisfacción de los requerimientos mínimos del existir y una mayor igualdad en la distribución del ingreso. Entre otras cosas el economista citado señala:

a) la cooperación económica libre entre los países desarrollados del oeste ha sido altamente beneficiosa en cuanto a conocimiento económico y creación de un standard de vida mínimo decente para todos sus habitantes. Pero parece impedir al mismo tiempo que aquellos gobiernos occidentales, más preocupados por lo social, alcancen sus objetivos de pleno empleo y de mayor justicia distributiva.

b) el aparente fracaso de las relaciones entre los países del este podría ser considerado desde otra perspectiva como un éxito. De las primeras investigaciones parece surgir que las naciones socialistas pudieron alcanzar el pleno empleo y la justicia distributiva, aún sacrificando el crecimiento, justamente a raíz de no haber desarrollado mecanismos de cooperación económica intra-este similares a los que rigen las relaciones intra-oeste.

c) hay razones para creer que la cooperación, que recién comienza, entre el Este y el Oeste, afectará al menos marginalmente, la política de igualdad económica del Este. "Indirectamente, los esquemas de distribución del Oeste, incluyendo las buenas remuneraciones y los beneficios laterales para sus ad-

*Karlsson, Gunnar A., *The political economy of East-West-South Cooperation*, Versión preliminar mimeografiada. Viena, 1973.

ministradores, influirán probablemente los esquemas de pagos dentro de las naciones orientales, en el sentido de una mayor desigualdad."

(...) en la medida en que la tecnología importada del oeste es altamente economizadora de mano de obra y en la medida en que se permita a los métodos de administración occidentales eliminar el exceso de mano de obra improductiva de ciertas empresas, cabe esperar la aparición de una tendencia hacia el desempleo creciente, al menos de tipo friccional. "Si esa tendencia podrá ser contrarrestada por la mayor demanda de exportaciones desde el este hacia el oeste o por oportunidades de trabajo eficientes creadas por los capitales importados desde el oeste es algo que está por verse, pero que parece dudoso".

d) la ayuda soviética y de la Europa del Este a las naciones no socialistas ha sido pequeña y no ha sido dada en condiciones mucho mejores que las observables en buena parte de la cooperación occidental.

e) la cooperación Oeste-sud ha tenido algunos efectos benéficos en el crecimiento del Sud, medido y definido según la teoría económica tradicional, pero no ha resuelto los problemas básicos del sub-desarrollo: igualdad económica (o sea justicia distributiva), standard mínimo (o sea ausencia de miseria y hambre), pleno empleo.

La investigación que estamos comentando parecería confirmar la necesidad de que cada país efectúe un repliegue sobre sí mismo para alcanzar un desarrollo armónico y autosostenido que le permita luego enfrentar con seguridad interna las relaciones externas.

El vuelco hacia adentro no debería confundirse de ninguna manera con búsqueda de autarquía. En el contexto de un mundo pluralista, cruzado por ondas de comunicación multidireccionales, de fácil penetración en todos los ámbitos, la autarquía sólo puede concebirse en un sueño utópico. Más pesadilla que sueño, porque, inevitablemente, significa asfixia cultural. Lo que se buscaría es una especie de cinta de Moebius: el adentro imponiéndose al afuera; el exterior modelando lo interno. La puesta en movimiento de la energía potencial de un país para convertirla en energía de desarrollo debería ser un acto interno, volitivo y consciente. Un país no puede ser un trompo a quien un jugador externo pone en movimiento mediante el hilo de un carretel que sólo el maneja.

Todo esto no debe significar tampoco xenofobia o racismo. Cuando un país mira hacia adentro no recoge una imagen única. El mundo interior es también polimorfo y polivalente. Todo aquel que se ubica en la socio-economía particular de ca

país y dentro de ella, contribuye a transformar la energía potencial en energía de desarrollo, forma parte integrante del ser nacional, independientemente de su anatomía, su genética o su tradición psico-cultural. La autonomía y participación que un país exige para interactuar en el exterior deben corresponderse con la autonomía que otorga a cada uno de los individuos que integran su cuerpo social para interactuar dentro de él y con la participación que les otorga en las decisiones internas.

Parecería que Noruega podría constituir, en estos momentos y en ciertos aspectos, un ejemplo de ese tipo de conducta.* Frente al descubrimiento de grandes reservas de petróleo en sus costas, se estaría replegando sobre sí misma para resistir mejor la presión de intereses externos que quisieran obligarla a una explotación apresurada de sus recursos.

Ya antes de la aparición de tanta riqueza, los noruegos se habían negado a entrar en el Mercado Común Europeo y a ingresar en la Agencia Internacional de la Energía.

Por otra parte, el gobierno noruego se habría asegurado el control casi total de la explotación petrolífera. Parecería que Noruega no quiere "marearse" con las brillantes perspectivas financieras que se le ofrecen en el corto plazo y quiere aprovechar los nuevos recursos para seguir un proceso sostenido de desarrollo y socialización de la riqueza, evitando que un crecimiento desenfrenado introduzca graves desequilibrios tanto económicos como sociales. Así, habría decidido reducir la producción de los yacimientos para preservarlos, teniendo en cuenta que la producción de carbón y de hidroelectricidad cubren los requerimientos energéticos actuales del país. Además, habría decidido invertir los beneficios que generará la exportación de la producción autorizada, en la compra de los paquetes accionarios de firmas extranjeras instaladas en el país.

* Las reflexiones se basan sobre un artículo aparecido en el diario *La Opinión*, Buenos Aires, 28/12/1974, pág. 3, que reproduce otro de *Le Nouvel Observateur*.

EL ESTADO COMO REGULADOR Y COMO PRODUCTOR

En casi todos los países, el Estado juega dos roles netamente diferenciados: uno, como regulador de la vida económico-social en tanto que superestructura jurídico-política; otro, como agente productor en tanto que propietario de medios de producción con los que el país satisface necesidades de bienes y servicios.

El Estado debería regular socialmente las funciones de la propiedad, pertenezca ésta a él mismo o a particulares, de manera que no pudiera convertirse en instrumento de opresión o en obstáculo para la justicia distributiva. Al mismo tiempo, debería garantizar autonomía en el manejo de esa propiedad, de manera que las empresas, fuesen estatales o privadas, pudiesen alcanzar sus objetivos con eficiencia. Difícil equilibrio por cierto, pero absolutamente necesario para comenzar a resolver los problemas de estabilidad, crecimiento y bienestar.

Para lograrlo parece imprescindible:

- que los dirigentes internalicen el hecho de que el Estado puede y debe estar presente como actor directo y no sólo como agente regulador en todos los niveles socio-económicos.
- que las fuerzas del trabajo comiencen a tener participación en todas las realizaciones socio-económicas, pero muy especialmente en aquéllas en las que, por ser el Estado el propietario de los medios de producción, deberían existir menos dificultades para el acceso de los trabajadores a la co-administración de la empresa.
- que toda la comunidad comience a considerar a las empresas del Estado como estructuras productivas que sólo se diferencian de las empresas privadas en que ningún particular se apropia de la plusvalía que generan y en que esa generación de plusvalía puede limitarse al autofinanciamiento de la expansión empresarial que el desarrollo social exija.

Tuvimos ocasión de discutir algunos de estos temas con un grupo de altos funcionarios de empresas del Estado argentino y creemos interesante reproducir "in extenso" las conclusiones del seminario en el apéndice I.

Quienes actúan en la infraestructura como agentes delegados del actor principal ni ignoran los problemas, ni descuidan la búsqueda de soluciones. Es el actor mismo, de su rol superestructural, quien a menudo actúa con irresponsabilidad y con atraso. Es la superestructura la que, por no tener claros sus objetivos y/o no capacitarse adecuadamente para alcanzarlos, suele introducir el caos en su propia actividad productiva, originando sentimientos de desconfianza hacia ella.

En América Latina resulta común encontrar ideologías que pretenden reducir todo el problema del desarrollo a dilemas del tipo : posesión nacional o extranjera, estatal o privada, de los medios de producción. En lugar de interrogarse y analizar pragmáticamente qué se hace, cómo se hace, para qué se hace y para quién se hace, se pregunta en primer lugar quién lo hace.

El Estado suele ser un gran comprador de instalaciones llave en mano, un gran importador de tecnología y de ingeniería y un mal coordinador de la movilización que todo proyecto industrial ejerce hacia arriba (provisión de materias primas), hacia abajo (utilización de los productos por otras industrias) y hacia los costados (suministro de los bienes de capital necesarios para las instalaciones productivas).

Por otro lado, las empresas privadas, guiadas solamente por la rentabilidad de sus inversiones, a menudo olvidan los factores antropológicos, exprolian recursos naturales no renovables y devastan regiones enteras para extraer otros renovables, sin preocuparse por reponerlos. Todo esto se hace muchas veces en beneficio de sociedades externas, con escasa o nula participación de la sociedad local.

No se gana mucho si se reemplaza al propietario de los medios de producción y el nuevo sigue actuando en la misma forma que el anterior. Lo que convendría replantear a fondo es el modo en que la producción se realiza,

poniendo límites a las funciones de la propiedad quien quiera fuese el tenedor de la misma.

La madurez social debería permitir la planificación y regulación por el Estado de la vida económica, poniéndoles al mismo tiempo límites a fin de que no invadan el terreno de lo individual.

Tanto la oposición cerrada a cualquier actividad del Estado en cualquier terreno (producción, planificación o regulación) como la extensión de la planificación y la regulación a aspectos que sólo atañen al individuo constituirían formas inmaduras de relación entre una sociedad y su super-estructura.

Ambas formas de inmadurez pueden llevar a entregar al Estado el derecho de control sobre el propio cuerpo de los individuos permitiendo que sea usado y regulado más allá de lo exigido por la alienación resultante del trabajo. Permitiendo incluso que en ciertas circunstancias el Estado se apropie totalmente de esos cuerpos para destruirlos si lo considera necesario.

Unos llegan a esa aceptación para sostener un estado gendarme que proteja los objetos de los cuales se han apropiado y que han llegado a identificar con su condición de sujetos. Los otros caen en aberraciones idénticas al no discriminar entre la funcionalidad de los objetos de la producción y la funcionalidad psíquica y física de los individuos que intervienen en ella como agentes.

La planificación puede introducir en la vida económica y social modelos de consumo, de bienes, servicios y conocimientos y modelos de uso de materias primas. Lo que no debería introducir son modelos de uso del cuerpo y de la mente de los individuos.

Por ejemplo, para decidir los productos a producir, la planificación debería preguntarse prioritariamente:

-¿Cuáles son los productos más convenientes para el ser humano y, al mismo tiempo, más adecuados para un desarrollo nacional equilibrado?

y no únicamente:

-¿Cuáles son los productos más baratos o cuales los más bonitos, útiles y

cómodos a igualdad de precio?

En el campo de las industrias de proceso, la toma de decisión plantearía alternativas como las siguientes:

- envases desechables de poliestireno de alto impacto o retornables de vidrio.
- nylon poliéster o acrílico para el 100% de la composición de las camisas o para el 35%.
- combustibles "limpios" para energía y transportes colectivos o para automóviles individuales.
- alquilbencenos, ésteres de sacarosa, o simplemente jabones como agentes de limpieza.

Una vez escogidos los productos, se ofrecen múltiples caminos para llegar a producir cada uno de ellos. Algunos pre-existentes, otros a desarrollar o descubrir. Por ejemplo:

- resinas fenólicas con fenol y fomaldehído petroquímicos o con tanino y furfural de quebracho.
- acetona y butanol por vía petroquímica o por fermentación de residuos agrícolas.
- acetileno de caliza y carbón o de hidrocarburos.
- etileno a partir de etano de gas natural o de craqueo de naftas.
- silvoquímica, carboquímica o petroquímica como fuente para productos como el anhídrido ftálico, las bases pirídicas, el metanol, el ácido acetilsalicílico y muchos otros más.

Los instrumentos de regulación que deberían acompañar una planificación de ese tipo tendrían que ser proporcionales a la intensidad y características de las necesidades detectadas, seguir las tendencias y la velocidad del cambio tecnológico y social e integrar los valores presentes reales, con los futuros deseados.

Los mecanismos tipo SI-NO, pasa-no pasa, típicamente represivos, deberían aplicarse solamente cuando una acción micro-económica pudiese revestir riesgo

...no es aprobado para el individuo. Por ejemplo, si un medicamento entra-
naba efectos nocivos, su fabricación debería ser lisa y llanamente prohibida.
En cambio, si la planificación hubiese determinado que lo que conviene fabri-
car son envases retornables de vidrio y alguien pudiese fabricarlos de polies-
tireno no se le debería impedir. La regulación, en ese caso, consistiría en
no tomar ninguna medida que significase tratamiento preferencial en la forma-
ción de capital de la empresa en cuestión.

EL ESTADO Y EL SECTOR PRIVADO EN LA CREACION DE CONOCIMIENTOS Y EN LA PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS

Cardoso sostiene que cada vez más las burguesías multinacionales están aceptando compartir con las burguesías del Estado, los sectores de productos básicos e intermedios de la economía, dejando, simultáneamente, campos de acción cada vez más amplios para las burguesías nacionales en los sectores de productos finales.

En las industrias químicas, la evolución en los distintos países latinoamericanos parecería estar llegando a una situación de ese tipo a través de las siguientes etapas:

- a) las corporaciones multinacionales importan los nuevos productos (fibras, resinas, detergentes, drogas, etc.) e impulsan el desarrollo de la industria local utilizadora de esos productos finales químicos y petroquímicos. Las corporaciones traen el nylon, pero las nacionales fabrican las camisas, las medias y las camperas. Ellas traen el dodecílbenzeno sulfonado y los nacionales formulan los productos de limpieza.
- b) la sustitución de importaciones comienza por los productos finales utilizando intermedios que se siguen trayendo del exterior. En un principio sólo las corporaciones multinacionales pueden hacerlo, no tanto por tener capital como por poseer la tecnología, a veces monopolísticamente, como en el caso del nylon.
- c) algunas patentes van venciendo, para ciertos productos aparecen procesos competitivos, otros no son tan difíciles de obtener y otros, en fin, originan desarrollos científicos y tecnológicos locales mejor adaptados a los reducidos volúmenes de mercado que las tecnologías de las grandes corporaciones. Así, irrumpen en el sector de productos finales firmas nacionales que comienzan a polimerizar e hilar el nylon, aunque la fabricación del monómero siga siendo campo reservado a las multinacionales. Otros grupos nacionales sulfonan el dodecílbenzeno o emprenden la fabricación de hidrocarburos fluorados o de derivados clorados del benceno o del fenol, introdu-

*Fernando Enrique Cardoso, "Las contradicciones del desarrollo asociado", *Desarrollo Económico*, Instituto de Desarrollo Económico y Social, Buenos Aires, Abril-Junio 1974, Vol. 14, N° 53, pág. 3.

ciendo los materiales soporte desde afuera.

- d) el Estado, especialmente a partir de la década del treinta, comienza a asumir cada vez más fuertemente su papel como productor directo y suele debutar queriendo tomar, ante todo, el control de la explotación de las materias primas y de los productos que derivan inmediatamente de ellas.
- e) las empresas multinacionales sufren así una doble presión nacionalista; desde abajo, en el campo de los productos finales, por el capital privado nacional y desde arriba, en el terreno de las materias primas, por el Estado.
- f) lentamente se va llegando a una división de trabajo y de intereses en grados y con características que dependen de la evolución peculiar de cada país y de la configuración particular que en él tienen los distintos factores de producción. En líneas generales, el Estado queda con el control de las materias primas y los productos básicos; las corporaciones multinacionales participan junto al sector estatal en la producción de algunos básicos y en la mayoría de los intermedios y comparten con el capital privado nacional el sector terminal.
- g) en las cuatro áreas (materias primas, básicos, intermedios y finales) las grandes corporaciones siguen jugando un rol activo por su control sobre las tecnologías más apropiadas para cada tarea.
- h) en muchas líneas de productos las grandes corporaciones multinacionales mantienen, disimulada o abiertamente, el control de por lo menos una empresa terminal. Ello les permite estar mejor informados de los movimientos y tendencias del mercado de consumo masivo y les da posibilidades de maniobra sobre los mismos.

Quienes aceptan que el Estado juegue un rol activo como agente productor consideran que llegar a una situación en la que aquél controle los eslabones iniciales de cada cadena productiva constituye un gran progreso social. El estado podría manejar así, cómodamente, todos los sectores económicos e impedir abusos en las etapas finales que son las que inciden psicológica y económicamente en forma directa sobre las poblaciones.

La experiencia de algunas décadas parecería estar mostrando lo contrario; el Es-

tado estaría haciendo los peores negocios mientras los sectores privados, nacionales y extranjeros, seguirían generando superbeneficios por un manejo adecuado del consumo. En el caso de las corporaciones multinacionales, a esta posibilidad de manejar los mercados de consumo se agrega el enorme potencial de control que les proporciona su capacidad de generar conocimientos para la producción; la administración y la comercialización.

De 72 empresas privadas con industrias de proceso listadas como las de mayor facturación en América Latina*, con cifras de venta que iban desde 15 hasta 500 millones de dólares estadounidenses anuales, solamente una fabricaba exclusivamente productos básicos e intermedios y no entraba en el mercado de los terminales.

De las casi 50 empresas que controla el Estado argentino casi todas ellas en sectores básicos o de servicios públicos, solamente 18 figuraban en 1973 entre las 150 de mayor facturación en el país. Once de esas 18 empresas declaraban quebranto ese mismo año, según la misma fuente.**

La preponderancia creciente del sector privado nacional en los sectores terminales tampoco es una garantía de mayor justicia distributiva, mejor equilibrio regional y/o mayor independencia tecnológica. Ejemplos recientes han mostrado que, no bien un gobierno intenta una política social más equilibrada, en detrimento de los superbeneficios empresariales privados, las burguesías nacionales actúan juntamente con las transnacionales promoviendo la desorganización del mercado para provocar inquietud y disconformismo, apoyándose sobre la angustia ancestral que genera la escasez o ausencia de satisfactores de necesidades y sobre una educación milenaria que refuerza una conducta que identifica la realización personal con la acumulación posesiva de bienes y la disposición abundante de servicios.

Paul Fabra señala que, en las condiciones reinantes en la mayoría de los mercados actuales, las empresas realizan superbeneficios aplicando algunos de los mecanismos siguientes o todos ellos:***

* Revista *Procesos*, Buenos Aires, Vol. XIV, N° 78, pág. 15.

** Hemos podido registrar las siguientes empresas bajo el control del Estado argentino: 24 formaban parte de la Corporación de Empresas Nacionales, creada por Ley 20558/73; 2 empresas eran controladas por el Bco. Nacional de Desarrollo; el resto, aproximadamente 23, pertenecían a otros organismos (Fabricaciones Militares, Provincias, Ministerio de Bienestar Social, etc.). Los datos sobre facturación han sido tomados de la Revista Mercado.

*** Fabra, Paul, *L'Inflation et la société de consommation*, Part II - *Le monde Hebdomadaire*, París, N° 1079, 26/6 al 2/7, 1969.

- a) aprovechan, al menos parcialmente, los incrementos de productividad. Esto parece perfectamente normal y es, sin embargo, perfectamente contrario a la verdadera economía de mercado, en la que, por definición, al ser vendidos los productos a su costo de producción, los progresos en cuestión se deberían traducir en disminución de precios.
- b) sustituyen en la fabricación de los objetos un material más caro (cuero, cobre, etc) por un material más barato (plásticos, por ejemplo). Las leyes de la competencia querrían que innovaciones semejantes se tradujesen no en beneficios suplementarios, sino en precios más bajos.
- c) reducen las cargas fijas por unidad producida gracias a un aumento de la producción. Aquí, otra vez, todo el interés de la operación consiste en no hacer beneficiar sino muy parcialmente al consumidor bajo la forma de una reducción del precio de venta.
- d) presionan sobre los gobiernos para obtener desgravaciones fiscales que repercuten muy poco o nada sobre el consumidor.
- e) aumentan pura y simplemente sus precios de venta.

Estos mecanismos explican bastante el por qué del sostenido proceso inflacionario que sufren casi todos los mercados.

"En una economía donde los precios de venta terminasen por alinearse sobre los costos de producción, es decir, en una economía no inflacionista, todo crecimiento de los costos entrañaría una disminución de la tasa de beneficio, aún cuando los productores pudiesen hacer repercutir el incremento de sus gastos sobre el consumidor, aumentando sus precios. En esta hipótesis, que sería la más favorable para ellos, los productores conservarían, en efecto, en valor absoluto, el mismo beneficio que antes, pero éste representaría un porcentaje menor del capital más importante que, a partir de ese momento, tendrían que comprometer para hacer frente a la producción."*

Todo esto resulta más fácil para las empresas que producen terminales de mercado porque pueden maniobrar psicológicamente con el valor de cambio del producto. Por eso, son ellas las que normalmente generan superbeneficios, mientras que los productores de básicos e intermedios están más sujetos al valor de uso de los productos.

* Fabra, Paul, *L'inflation et la société de consommation*, part II, *Le monde Hebdomadaire*, París, N° 1079, 26/6 al 2/7, 1969.

También en la economía del conocimiento se manipula mejor el valor de cambio que el de uso. El primero adquiere tanto más importancia cuanto más posibilidades tiene el conocimiento de ser incorporado a una unidad productiva para ser amortizado por la vía de los precios de los bienes o servicios que la unidad produzca. El valor de cambio aumenta cuando pasamos del conocimiento científico al tecnológico y de éste a la ingeniería.

En la economía del conocimiento se pueden generar superbeneficios con la producción de subelementos terminales (tecnología especialmente), siguiendo procedimientos muy similares a los indicados por Fabra para los bienes y servicios.

- a) Se aprovecha el aumento de productividad resultante de la concentración de recursos humanos de alto nivel.
- b) Se prefiere generar tecnologías productoras de bienes superfluos, pero muy atractivos (bebidas gaseosas por ejemplo) que se venden (tanto productos como tecnologías) muy por encima de su costo, en lugar de producir tecnologías de utilidad social que originen productos baratos (proteínas de bajo costo, por ejemplo).
- c) Se reduce la incidencia de los costos fijos por unidad producida, aumentando la producción de variantes próximas de esas tecnologías superfluas, sin incrementar el capital tecnológico disponible.
- d) Se aprovecha la reducción de gravámenes que, para impulsar la actividad creativa, realiza el fisco, al no trasladar esas reducciones a los costos de la tecnología obtenida.
- e) Se aumenta pura y simplemente el precio de venta de las tecnologías, lo que permite realizar superbeneficios aún cuando se deba incrementar la retribución al capital tecnológico.

También en este campo, el capital privado prefiere dejar en manos del Estado los servicios básicos y la investigación científica y ocuparse preferentemente de los sectores intermedios, el desarrollo experimental de tecnologías y de los finales, la ingeniería de las realizaciones socio-económicas. Entre las 150 empresas de mayor facturación durante el año

1973 en Argentina hay dos empresas de ingeniería y las dos son privadas.

Al Estado le resulta cada vez más difícil planificar y regular los mercados terminales tanto en la economía política como en la del conocimiento. Económica y psicológicamente esos mercados se vuelven cada día más complejos, pero la dificultad principal proviene del hecho de que en ellos es donde el Estado no está presente físicamente. Es allí donde ha hecho abandono de su rol de agente productor directo y, por lo tanto, carece de experiencia sobre su manejo.

Cuando a veces ha intentado controlar empresas que producen bienes de consumo masivo se ha encontrado con que no tiene elementos para distribuirlos y no sabe bien como hacerlo, como procurárselos. Al pasar de las grandes venas y arterias del consumo de productos básicos e intermedios a los capilares terminales, la más mínima burbuja puede inmovilizar la corriente de alimentación y originar un proceso de gangrena que puede invadir todo el organismo.

Considero que la participación del capital estatal junto al privado en todos los sectores de la economía y no solamente en los básicos, podría facilitar la planificación y la regulación de un cambio social progresista favorable para los individuos de los distintos países.

Conocer desde adentro los mecanismos de producción y distribución de los bienes y servicios de consumo masivo parecería ser una condición necesaria para que el Estado pudiese actuar eficazmente, con menos posibilidades de sentirse inerte frente a los desbordes de quienes detentan el capital privado. Si el Estado supiese operar una planta de sulfonación de dodecilbenceno y, al mismo tiempo, formular y vender detergentes, le sería más difícil a la competencia privada hacer desaparecer el producto del mercado o encarecerlo artificialmente. Al mismo tiempo, el Estado tendría un interés directo en que las plantas de producción de benceno que pudiese poseer en el sector básico, elaborasen un producto de calidad adecuada y que programaran correctamente su fabricación y sus entregas.

Por otra parte, la presencia del capital privado en el sector básico podría favorecer la emulación, tanto en las tecnologías de producción como en las de administración y en las de comercialización. La emulación introduce móviles psicológicos más que económicos. Es un concepto diferente del de competición que implica rivalidad y disputa.

Algo análogo debería ocurrir en la economía del conocimiento.

El Estado no puede seguir invirtiendo en investigaciones que muchas veces benefician únicamente sistemas externos y descuidar el desarrollo experimental y la ingeniería ligados al sub-sistema productivo de cada país. Esto lo han comprendido e internalizado muchos países desarrollados y, si bien es cierto que las mayores "fábricas de tecnología" siguen perteneciendo a corporaciones transnacionales o a grandes institutos privados, ejemplos como los del Instituto Francés del Petróleo (fábrica de tecnología), con su correspondiente consultoría organizadora de los conocimientos (BEICIP-Bureau d'Etudes Industrielles et de Cooperation de l'Institut du petrole) y su oficina de ingeniería (TECHNIP), son también numerosos.

Tradicionalmente se consideró, aún en los países de economía liberal, que el esfuerzo científico debía ser sostenido fundamentalmente por el Estado, aunque en los EE.UU. las Universidades privadas tuviesen una participación activa en ese terreno. La tecnología y la ingeniería se desarrollaban en el seno de las grandes empresas como Siemens o Bayer en Alemania, ICI en Inglaterra, Dupont o General Electric en los EE. UU. La segunda guerra mundial cambió bastante el panorama. El gran esfuerzo exigido por las tecnologías de avanzada (nuclear, espacial, electrónica, etc.) hizo que el Estado irrumpiese también aquí, como agente directo, organizando y sosteniendo comisiones de energía atómica y organismos del tipo de la NASA. En algunos países, como hemos visto en el caso francés, llega al campo de la ingeniería y de la consultoría.

Es curioso que el área de la consultoría sea la última en ser considerada por el sector público, siendo que la organización adecuada del conocimiento es fundamental para el éxito de los grandes proyectos nacionales. Mientras el

IFP nace en Francia en 1945, inmediatamente después de la guerra, el BEICIP recién aparece en 1967 con "el objeto de reunir las actividades de estudios industriales y de consultor del Instituto"(.....) "en beneficio y ayuda de compañías petroleras y químicas, organizaciones internacionales, organismos gubernamentales, sociedades de ingeniería, compañías de inversiones de carácter público o privado y bancos".*

La orientación del crédito, que es mecanismo regulador de la economía de un país e instrumento poderoso para promover cambios en el sentido fijado por la planificación nacional, necesita el concurso de la consultoría y la ingeniería estatales para evaluar, seleccionar y controlar con eficiencia, necesitan adquirir experiencia participando directamente en proyectos del sector público y promoviendo y coordinando la acción de los grupos consultores y de ingeniería privados.

Siguiendo estas ideas, el Estado fabricaría desde cepillos de dientes y preservativos hasta benceno y uranio y aprendería a hacer ingeniería y a seleccionar y desarrollar tecnologías sin abandonar los esfuerzos que ya sostiene para generar, almacenar y transmitir conocimientos científicos. Todo ello sin monopolizar los correspondientes sectores de la vida económica y, sobre todo, sin invadir las esferas biológica y psicológica de los individuos, pretendiendo determinar cuantas veces al día deben lavarse los dientes o cómo y con qué frecuencias deben usar los preservativos.**

La intervención del Estado en todos los niveles de la producción de bienes, servicios y conocimientos debería permitir a la comunidad un más rápido y fácil acceso a la participación en el proceso productivo. El trabajo, fuese manual o intelectual, simple o complejo, podría así intervenir en la conformación de la oferta. Como, a su vez, constituye el núcleo más activo e importante de la demanda, su participación en la administración de la producción facilitaría los procesos de cambio. Si a esa participación correspondiese una reforma educativa que transformase la escolaridad castradora y excitadora del consumismo en un proceso de formación que reconozca y desarrolle todo el potencial creativo y lúdico que encierra todo ser humano, se podría lograr quizás:

* De un aviso publicitario del BEICIP.

** Esta expresión no debería tomarse como una simple humorada efectista. Ella quisiera usando un tono ligero hacer reflexionar sobre un drama que la humanidad ha soportado y sigue soportando pesadamente: la intromisión de las estructuras, aún las supuestamente liberales, en la vida privada e íntima de los individuos.

- a) mejores modelos de consumo de bienes, servicios y conocimientos dentro de cada sistema nacional.
- b) una regulación más adecuada de la entrega de energía humana para el proceso productivo.
- c) modelos de uso de los recursos renovables y no renovables internos al sistema más racionales y eficientes.
- d) una regulación también racional y eficiente de la cantidad y tipo de recursos a introducir desde afuera del sistema.

La presencia simultánea del Estado, del capital privado y de la comunidad de trabajo en todos los eslabones productivos permitiría tal vez escapar, tanto de la oferta tentadora de lo superfluo que continuamente emite el sector privado para originar superbeneficios y de las injusticias que origina el proceso de acumulación de capital, como de la anulación de la personalidad e incluso la destrucción biológica que el Estado llega, a menudo, a imponer cuando necesita reforzar o defender ciertos intereses inventando a veces cuestiones de prestigio, siguiendo otras viejas concepciones de poder, aprovechando desequilibrios psíquicos de los conductores o mezclando todos esos factores y algunos otros en proporciones diversas.

EL PODER DE COMPRA DEL ESTADO

Cada unidad monetaria que el Estado gasta o invierte, aún en gestiones simples como la compra de pantalones y camisas para su personal, tiene implicancias directas o indirectas sobre el desarrollo tecnológico del país. En el caso mencionado el Estado podría fijar modelos y calidades de tela y especificar, por ejemplo, que no se aceptarían confecciones que deban pagar licencias. Claro que ello obligará a apoyar la acción de la oferta local ayudándola financieramente en la preparación de prototipos y en la inmovilización de capital que significa la adquisición de los insumos y la retribución a la mano de obra durante el período de preparación de la mercadería hasta su entrega y cobro. Pero la acción no termina en los confeccionistas: el pedido de compra puede haber sido hecho de tal manera que los confeccionistas tengan que exigir a los fabricantes de telas una nueva calidad que los obligue a mejorar su tecnología o a utilizar fibras nacionales, por ejemplo. De esta forma, el impacto de una adquisición estatal se propaga, ramificándose entre distintos sectores de la producción que actúan como subproveedores de los proveedores directos.

La importancia de la acción estatal crece si se considera un proyecto de inversión como la compra de una nueva planta por una empresa del Estado. La decisión puede variar aquí entre una adquisición en el exterior "llave en mano" y un desarrollo tecnológico enteramente local, con toda la gama intermedia de acciones mixtas concertadas entre grupos de creación tecnológica y de ingeniería nacionales (públicos y/o privados) y grupos similares extranjeros.

Estos dos ejemplos nos muestran que las decisiones tecnológicas del Estado pueden referirse a :

- a) operaciones sobre gastos corrientes
- b) proyectos de inversión

Las primeras implican decisiones sobre materias primas, materiales intermedios, repuestos, diseño de productos y tipo de servicios a utilizar en empresas u organismos estatales existentes.

Las decisiones tecnológicas en cuanto a proyectos de inversión son más complejas y exigen una planificación a mediano y largo plazo. La decisión de realizar totalmente esos proyectos en el país implicaría, por ejemplo:

- a) preparar los recursos humanos en ingeniería con un nivel de formación científica, técnica y psicológica que los capacite para crear y no solamente para utilizar lo creado externamente.
- b) difundir planes de adquisición a largo plazo, a fin de que los proveedores de bienes de capital puedan adecuar sus planes de producción y su tecnología a los requerimientos de esas inversiones.
- c) preparar a los dirigentes de las empresas del Estado para el cambio de actitud que una decisión de ese tipo implica. Razones de comodidad y de seguridad y el hecho de conocer a fondo las debilidades del subsistema educativo del cual ellos mismos son un producto, explica en parte la resistencia de esos dirigentes a confiar en los recursos humanos científicos, técnicos y de ingeniería locales.

En Argentina se da el caso, que sería interesante estudiar a fondo, de empresas del Estado que practican comercialmente una política nacional agresiva en el sentido de obtener para el Estado el monopolio de la explotación, pero que tecnológicamente vuelcan el mayor porcentaje de su poder de compra en el exterior, desaprovechando los efectos que esas compras podrían tener.

- a) sobre el conjunto del subsistema científico y técnico nacional.
- b) sobre otras empresas proveedoras locales (públicas y privadas)
- c) sobre los grupos de ingeniería y consultoría
- d) sobre el nivel de formación de los recursos humanos
- e) sobre la balanza de pagos del país

Nosotros creemos que la influencia del Estado sobre el potencial tecnológico de un país podría y debería hacerse sentir, no solamente usando de su enorme poder de compra, sino también por su acción reguladora sobre los grandes proyectos nacionales, aún cuando estos se confiasen al sector privado.

Un caso argentino reciente, la instalación de una planta productora de aluminio, es ilustrativo en este sentido. El contrato celebrado entre la Comisión Permanente de Planeamiento del Desarrollo de los Metales Livianos (COPEDESMEL) dependiente del Ministerio de Defensa y la Sociedad Anónima ALUAR* tiene algunas características peculiares y principalmente las siguientes:

- a) el Estado fija a una empresa privada el uso de una tecnología determinada.
- b) el Estado establece tipo y cantidad de productos a suministrar al mercado.
- c) el Estado controla el funcionamiento de la Empresa aún cuando su participación en el capital accionario no sobrepasará el 1% pudiéndose reducir a tan sólo una acción.
- d) el Estado fija plazos de ejecución y penaliza los retrasos.
- e) el Estado garantiza el mantenimiento de la capacidad de decisión en manos nacionales.

A cambio de todo ello el Estado asegura a los capitalistas privados:

- f) la rentabilidad de la inversión sobre activos fijos valuados en moneda fuerte y en base a un régimen de fijación de precios diseñado para contemplar todas las variantes que puedan producirse en los mercados interno y externo, tanto en el costo de los insumos como en la cotización del producto.
- g) la provisión a precios competitivos de insumos a ser provistos por entes estatales: energía eléctrica, agua, gas, comprometiéndose a realizar las obras necesarias para su suministro en las fechas convenidas y penalizando los atrasos o incumplimientos.

* Véase Boletín Oficial de la República Argentina - Buenos Aires, martes 31 de agosto de 1971 - Año LXXIX - N° 22 - 248 - Pág. 3 y sig.

- h) la construcción de las obras de infraestructura que la marcha normal y eficiente de la planta exige, especialmente un puerto de aguas profundas.
- i) beneficios impositivos.
- j) protección aduanera.
- k) los avales necesarios para financiar la provisión de los equipos.
- l) la posibilidad de formar capital usando impuestos a las ventas y a los réditos devengados, con la obligación de reintegrarlos al fisco a partir de la puesta en marcha y con una tasa de interés de fomento (Decreto 2.166/70).

El contrato muestra que los organismos del Estado que participaron en la discusión poseían un conocimiento apropiado de la tecnología involucrada en el proyecto así como de los mecanismos para promover la inversión y asegurar la rentabilidad de una empresa privada en un mercado financiero débil y dependiente. Por medio de un instrumento original en muchos aspectos, buscaron el control nacional de la producción local de un material de primera importancia para el desarrollo. Aunque esa producción sigue dependiendo de la importación de materias primas, representa evidentes ventajas para el país;

- mejora la balanza de pagos porque es más barato importar la alumina que el aluminio en lingotes. Además el contrato prevé operaciones de trueque en las que una parte de la provisión de materia prima es compensada con producto terminado
- significa una mayor utilización de mano de obra en una zona de escaso desarrollo (Patagonia).

Y todo esto lo consigue el Estado con una escasa inversión directa aplicando sus recursos fundamentalmente a obras de infraestructura que, si bien tienen como objetivo primordial atender el proyecto que las origina, significarán una contribución destacada al desarrollo regional y nacional.

Por ejemplo la presencia de un muelle de aguas profundas con facilidades de carga y descarga de minerales ya está alentando los proyectos de explotación de otros minerales en las provincias de Chubut y Río Negro (galenas argentíferas, blendas, fluoritas, etc.).

En cambio este contrato no ha sido utilizado en todo su potencial como instrumento de política tecnológica. Uno de los incisos menciona únicamente que "los fines establecidos en el Art. 1° de la Ley 18.527* declárase de interés nacional a la producción de aluminio primario en el país y en su consecuencia, a las tareas de investigación científica y tecnológica".

En la fórmula de fijación de precios no se tratan aparte, en forma bien neta y explícita los gastos que la empresa puede eventualmente realizar en investigación científica y desarrollo tecnológico. La instalación de una planta productora de aluminio a partir de alúmina importada debería impulsar la búsqueda de materias primas nacionales de sustitución y de procesos idóneos para su aprovechamiento mediante la aplicación de parte de los beneficios que generará la primera actividad.

Mientras se detallan con precisión los mecanismos de control de gestión financiera y comercial que deberá asegurar la empresa, nada hay que la obligue a crear mecanismos igualmente eficientes para la administración de la tecnología. Además la planta se compra con "llave en mano" en el exterior y la participación de empresas proveedoras, constructoras o de ingeniería locales será mínima. Sobre 150 millones de dólares de inversión en activo fijo sólo un 17,5% será pagadero en pesos.

No hubiera resultado difícil incrementar en por lo menos un 10% el monto de las inversiones en activo fijo a realizarse localmente y por consiguiente pagaderas en pesos argentinos. Sorprende por ejemplo que se destinen 15 mi-

* Desgravación adicional en el cálculo del impuesto a los réditos para los gastos e inversiones de investigación y desarrollo en las empresas.

llones de dólares a obras civiles importadas o que se gasten divisas en rubros tales como la distribución de aire comprimido, agua, gas natural, nafta; los sistemas contra incendio; los almacenes y talleres de mantenimiento; los servicios generales; los laboratorios químicos; la descarga, el transporte y el depósito de alúmina y coque. También parece alta la proporción de mano de obra y materiales menores para el montaje que provendrán del exterior: sobre casi 14 millones de dólares destinados en total a ese rubro, aproximadamente un 65% se pagará en divisas.

Cuando no se constituyen los mecanismos internos que permiten asimilar, adaptar y recrear la tecnología importada, la asistencia técnica por parte del proveedor extranjero puede prolongarse excesivamente. Esto ya ha ocurrido en otras empresas nacionales de similar envergadura, pero en el caso analizado se observan síntomas de una actitud diferente.

En primer lugar la tecnología se habría adquirido en cuenta capital con derecho de apropiación de las mejoras que se introduzcan.*

Por otra parte la dirección técnica del proyecto y de la empresa ha sido confiada a un científico argentino de primer nivel que, en el pasado, había encontrado fuertes obstáculos para volcar su capacidad en el sector público del sistema científico-técnico nacional donde los investigadores se encuentran sometidos con frecuencia a presiones ideológicas y económicas. En el ámbito privado ese científico parecería haber encontrado las condiciones propicias para el desarrollo de su personalidad creativa. Alrededor de él se está formando un núcleo de investigación y desarrollo con físicos, químicos y metalurgistas que han ingresado en él dejando posiciones en el exterior a abandonando situaciones en el sector público interno por haber encontrado mejor retribución tanto psicológica como económica para su trabajo.

* Esta información fue recogida verbalmente de los directivos de la empresa. No hemos tenido acceso a los contratos celebrados por la provisión de la instalación y /o su tecnología.

Los cuerpos técnicos del Estado

En toda sociedad moderna los controles que es necesario imponer desde la superestructura y las tareas que el estado debe tomar directamente a su cargo exigen tener *poder* para hacer, pero también *saber qué* hacer, *saber cómo* hacer y *saber hacer*.

Por eso, cada país, por pequeño que sea, debería tener:

- una memoria acumuladora y transmisora de conocimientos científicos que podría funcionar al nivel de las universidades.
- cuerpos técnicos del Estado que en cada sector (industrial, agrícola, minero, de infraestructura de servicios) pudiesen actuar como ojos y oídos de la Nación en los mercados tecnológicos, financieros y económicos externos e internos orientando sobre precios, aconsejando en la selección de las tecnologías más apropiadas e impulsando la formación de ejes eficientes de creación científica y tecnológica en aquellos campos que se consideren útiles para el desarrollo nacional. La definición de dichos campos, surgiría de la planificación del uso de los recursos naturales en función del tipo de crecimiento que la sociedad se fijase para la producción de satisfactores de necesidades humanas.

Los cuerpos técnicos deberían constituirse con núcleos reducidos de tecnólogos "senior", con mucha experiencia en el campo respectivo y, al mismo tiempo, dotados de visión muy amplia que les permita abarcar los problemas socioeconómicos sin caer en las trampas de la super especialización. Los secundarían grupos también limitados de profesionales "junior". Estos centros de estudio y asesoramiento no ejecutarían normalmente tareas de investigación científica, de desarrollo experimental o de ingeniería. De ahí la posibilidad de que sean pequeños y que se organicen en estructuras ágiles y flexibles.

Los centros de información y estudios tecnológicos podrían insertarse en los institutos nacionales de tecnología o constituir entes autónomos. La estabilidad, la remuneración adecuada y atrayente y la selección del perso-

nal basándose únicamente en méritos técnicos y condiciones individuales, sin que influyan antecedentes políticos o ideológicos, son condiciones "sine qua non" para el éxito operacional de estos organismos.*

Mediante ellos, el Estado obtendría la información y el asesoramiento necesarios para realizar acciones como las siguientes:

- a) llamar la atención a una empresa que estuviese comprando un insumo a un precio muy alto, proponiéndole alternativas de compra más favorables.
- b) negar en ciertos casos el envío de regalías porque los pagos no significan una incorporación real de conocimientos tecnológicos o porque el país posee tecnologías alternativas.
- c) determinar que una inversión extranjera para elaborar un cierto producto conviene, siempre que utilice tal recurso natural y no tal otro y que se instale en tal punto y no en tal otro.
- d) aconsejar a las empresas nacionales privadas sobre el tipo de tecnología más apropiada y la localización más conveniente para las instalaciones que proyecten.
- e) realizar planes de compra a largo plazo de bienes de capital y de servicios de ingeniería, promoviendo el desarrollo de su producción local.
- f) asesorar a las empresas nacionales en la comercialización externa, estableciendo, al mismo tiempo, precios mínimos para dichas ventas.

CAPITULO III

INGENIERIA Y CAMBIO SOCIAL: EL ROL DEL ESTADO Y DE LA COOPERACION INTERNACIONAL

APENDICE 1

CONCLUSIONES DEL SEMINARIO SOBRE ADMINIS-
TRACION DE TECNOLOGIA EN LA EMPRESA.
MAR DEL PLATA, ARGENTINA, 1974.

SEMINARIO SOBRE ADMINISTRACION DE TECNOLOGIA EN LA EMPRESA

Mar del Plata, 24 al 29 de Marzo de 1974

CONCLUSIONES

El seminario sobre Administración de Tecnología en la Empresa fue organizado por el Instituto "Estudio de la Ciencia en Latinoamérica" (ECLA) y conducido por Mario Kamenetzky, Alberto Araóz y Eduardo Mardarás.

Participaron las siguientes personas: Dr. Leopoldo Becka (Departamento de Investigación y Desarrollo de SEG-BA); Ing. Jorge A. Bilotti (Gerente de mecánica de Ferrocarriles Argentinos); Lic. Roberto Brigante (División de Planificación de Agua y Energía Eléctrica); Dr. Julio C. Gómez Fuentealba (Director de Desarrollo de ATANOR S. A. M.); Ing. José Pozo (Gerente Adjunto del Ferrocarril Gral. San Martín); Ing. Eduardo J. Rocchi (Director de Transportes de Yacimientos Petrolíferos Fiscales).

Atendieron como observadores el Lic. Guillermo Vitelli, del Instituto ECLA, y la Lic. María Inés Pietragalla, del Registro de Tecnología, Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

Los asistentes expresaron su consenso sobre diversos puntos que hacen al tema del Seminario, y que pueden resumirse de la siguiente manera.

Es conveniente considerar a la tecnología como un factor de producción con individualidad propia, que la empresa debe administrar explícitamente. Aquellas empresas que aún no lo han hecho deberían diferenciar la administración de este factor al más alto nivel.

Las empresas del estado pueden tener un papel preponderante en la subordi-

nación de la producción de bienes y servicios y conocimientos a las reales necesidades humanas y las posibilidades que en cada momento ofrezca el país, conforme al "estilo de vida"* deseado por el mismo dentro de un esquema general de prioridad de una economía de satisfactores sobre la mera economía de producción.

Los bienes, servicios y conocimientos a producir pueden apoyarse tanto en la creación local de tecnologías como en la copia de tecnologías de libre disponibilidad o la compra externa de tecnologías con apropiación, según resulte más conveniente en cada caso en función de un análisis de costos y beneficios empresarios que contemple los aspectos sociales, dentro de un marco de desarrollo a largo plazo.

En lo que respecta a la creación de tecnologías, las empresas estatales deberían utilizar, en la medida de lo posible, la capacidad científico-técnica instalada en el país, favoreciendo su articulación con el sistema productivo.

En el caso de compra externa de tecnología, las negociaciones con proveedores y organismos de crédito han de realizarse con el máximo conocimiento previo del problema y con una clara percepción de los mecanismos a través de los cuales se expresa la dependencia tecnológica, a fin de lograr condiciones favorables para la empresa y el país.

La administración de la tecnología con objetivos de largo plazo se ve a veces dificultada, en la empresa estatal, al no distinguirse claramente el papel del estado como superestructura y el papel que juegan en la infraestructura productiva las empresas en las que ese estado es el inversor total o parcial. "Las empresas deberían funcionar con la economicidad que les corresponde como tales". Ellas aceptan la perfectibilidad de su administración tecnológica interna y aceptan también cargar con los mayores costos resultantes del cumplimiento de su rol social. Consideran por otra parte que es necesario explicitar las distorsiones que la superestructura de Gobierno introduce en la administración y los costos de la empresa, al tener esa superestructura "una orientación fluctuante" y actuar en ciertos casos como un "tribunal inapelable", "sorda a los criterios empresariales básicos". Se considera que

"es fundamental que haya una integración muy particular entre la empresa y su 'patrón'", y se espera que la Corporación de Empresas del Estado actúe como el organismo de enlace entre ambos, encargándose en particular de reconciliar enfoques divergentes en cuestiones de tecnología, y promoviendo la cooperación tecnológica entre las empresas estatales y el sector privado.

Resulta ventajoso para las empresas y el país realizar estudios previos para desagregar la tecnología que fuese necesario adquirir para las inversiones. Las empresas deberían preparar recursos humanos y físicos que les permitiesen pasar gradualmente de la adquisición de plantas y equipos llave en mano a la compra únicamente de la ingeniería básica o de diseño, realizando el resto de la ingeniería de proceso o de producto en el país y comprando los diferentes bienes de capital adonde y a quién más convenga. Tal proceso, unido a planes de compra a largo plazo y a una acción explícita para el desarrollo de proveedores nacionales, puede tener un impacto positivo considerable sobre los mercados y el nivel tecnológico de la industria nacional.

Algunos obstáculos para la desagregación tecnológica son: la premura en la ejecución de las inversiones por falta de planificación a largo plazo; los créditos externos ligados; la escasez de recursos asignados a las empresas para la formación de cuadros técnicos de valor; las consecuencias de una educación que no prepara para crear y para asumir el riesgo inherente a toda creación; la inseguridad que ese riesgo, implícito en toda desagregación, introduce a nivel individual.

Como factores favorables se observan: la mayor participación financiera nacional en los grandes proyectos de inversión; la paulatina toma de conciencia respecto a la capacidad científica y tecnológica nacional; el reconocimiento de experiencias negativas con tecnologías importadas, sin adaptación a las condiciones locales; las ansias de realización profesional de los cuadros técnicos.

Finalmente, es necesario ahondar en el estudio de los procedimientos más

convenientes para administrar la tecnología en la empresa, y en particular, profundizar y "perfeccionar algunas herramientas para la selección de tecnologías alternativas y de proyectos de investigación científica y de desarrollo experimental".

En resumen: la administración de la tecnología debe ser un factor explícito en la planificación y acción de la empresa estatal, buscando relaciones fluidas y positivas con la superestructura de Gobierno, coordinando el quehacer de los grupos científicos y técnicos de la empresa con el de sus estructuras productivas, proveyendo asesoramiento de primera línea respecto a las ingentes inversiones que las empresas estatales realizan y cooperando en una política tecnológica nacional que afiance el manejo autónomo de ese factor.

CAPITULO IV

LA INGENIERIA Y LA INDUSTRIA

DE PROCESOS EN ARGENTINA

Las dos formas de manifestarse de la energía según el pensamiento oriental, pueden sintetizar poéticamente, la bipolaridad de la-economía y de la socio-geografía argentina:

Por el Plata extrovierte su yang impetuoso, industrial, potente, - mientras el yin sosegado, mineral bosque y grano, anhela volcar su complemento hacia adentro.

CONDICIONES EN QUE SE EFECTUO EL CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA QUIMICA ARGENTINA

Retomo aquí las condiciones que dejara planteadas en forma general en el capítulo I.

Mercado para la colocación de los productos

En la Argentina la agricultura ni acompañó el crecimiento industrial y urbano, ni se le anticipó. La tabla IV-1 muestra que a un freno en el crecimiento global de la economía ha correspondido una paralización mayor en el sector agrícola.

TABLA IV-1 - Contribución de la agricultura al P.B.I.

Incremento en el producto bruto ¹ (a costo de factores y precios 1950)		
Sector	de 1900 a 1929	de 1930 a 1961
actividad primaria	+210%	+ 52%
actividad secundaria	+370%	+154%
actividad terciaria	+307%	+129%
toda la economía	+299%	+118%
Valores absolutos (a costo de factores)		
	millones de dólares	
	1940 ²	1969 ³
producción agropecuaria	572,7	527,7
producción industrial	410,7	1,219,1
construcción	65,5	164,5
total de la economía	2.462,5	3.457,1

Fuentes:

1: C.F.I. y I.I.E.F.C.G.E.

2: República Argentina. Poder Ejecutivo Nacional. Secretaría de Asuntos Económicos. Productos e ingresos en la República Argentina 1935-54 Bs. As. 1956.

3: Boletín estadístico del Banco Central de la República Argentina.

A pesar de ello la agricultura aún retiene un buen porcentaje de la población activa por su bajo índice de productividad. (Tabla IV-2). Además, lo que ella va liberando es absorbido más por el sector de servicios que por la industria, o va a engrosar el desempleo encubierto y la subproletarización de villas-miserias.

TABLA IV-2 - Distribución de la Población por sector de actividad

	1947		1960	
	Hab.	%	Hab.	%
Total de la población activa	6.267,313	100	7.324,469	100
actividad primaria	1.654,280	26,4	1.392,522	18,6
actividad secundaria	1.795,254	28,6	2.304,834	30,5
actividad terciaria	2.616,878	41,8	3.076,195	40,9
actividad desconocida	200,901	3,2	750,918	10,0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censos nacionales de los años 1947 y 1960.

Estos datos, unidos a los rendimientos agrícolas comparados (tabla IV-3), indicarían un sistema de explotación de la tierra todavía primitivo.

TABLA IV-3 - Rendimientos agrícolas en 1972

	TRIGO 100kg/há.	MAIZ 100kg/há.	CARNE ¹ kg/bovino	LECHE kg/vaca
Argentina	16.1	18.6	230.5	1.976
Rep. Fed. Alemana	40.6	47.8	228.3	1.976
Francia	45.7	45.8	202.8	3.445
Gran Bretaña	42.2	-	241.4	4.057
E.E.U.U.	22.0	60.8	256.0	4.659

¹: Los datos sobre carne han sido calculados en base a cantidad de vacas y terneros faenados y cantidad de carne bovina producida.

Fuente: Anuario de Producción de la FAO- Vol. 26 - Año 1972.

Mientras tanto, nuevos países entran en los mercados agrícolas y las sociedades de alto consumo defienden su producción y se autoabastecen en cantidades crecientes, originando una disminución considerable de la participación argentina en el comercio mundial de esos productos, (tabla IV-4). No obstante, la contribución de las exportaciones agropecuarias a los ingresos de la balanza comercial sigue siendo muy importante (tabla IV-5).

TABLA IV-4 - Variación de volumen de las exportaciones de productos agrícolas
)En porcentaje del comercio global mundial)

Trigo	Año	%	Año	%
Argentina	34/38	23	1963	4,3
América del Sud.	34/38	23,7	1963	4,4
U.S.A.	34/38	7,3	1963	50
Lana				
Argentina	34/38	16,8	1963	7,6
Australia	34/38	31,2	1963	44,3
Carne vacuna				
Argentina	34/38	56	1954	19,8
Nueva Zelandia	34/38	6	1954	13,5

Fuentes: FAO. Anuario de Estadísticas Agrícolas y alimentarias, Vol. IX parte 2º Comercio 1955.

FAO. Anuario de Comercio. Vol. XXIII. 1969.

TABLA IV-5 - Participación de los productos agrícolas en las exportaciones argentinas

Nomenclatura según NAB	Año 1947		Año 1973	
	Miles U\$S	% Total	Miles U\$S	% Total
I Productos del reino animal y animales vivos	306.279,0	23,9	712.519	21,8
II Productos del reino vegetal	734.465,1	57,3	985.689	30,2
IV Productos de las industrias alimenticias	239.465,2	18,8	468.436	14,3
I + II	1.040.744,1	81,2	1.698.208	52,0
I + II + IV	1.280.209,3	100,0	2.166.644	66,3
Total exportaciones	1.280.209,3	100,0	3.266.204	100,0

Fuentes: Año 1969, Boletín de Estadística de la República Argentina. INEC Año 1973, Fascículo "Intercambio Comercial", Diciembre 1973. INEC. Se incluyeron en el grupo I los siguientes rubros: Animales vivos, carnes subproductos y residuos ganaderos, productos lácteos, caza y pesca.

Y en el grupo II cereales y lino, harina y subproductos del trigo, oleaginosos, frutas frescas y otros productos agrícolas.

Antes, un aumento del 1% en el producto bruto de los países industriales provocaba un aumento aproximadamente igual en la demanda de materias primas y alimentos de los países menos desarrollados. Ahora, el aumento de la producción interna y del comercio entre países industriales ha hecho que esa demanda paralela de productos primarios se reduzca a sólo 0,5% por cada 1% de aumento del producto bruto.

Pero si, como lo muestran los trabajos del economista P. Bairuch*, los términos del intercambio fueron en general favorables entre 1880 y 1938, permitiendo un incremento constante de los ingresos por exportación, nos podemos preguntar porqué el despegue industrial no se produjo antes y por qué cuando se produjo no hubo mayor participación de capitales locales. La respuesta se puede encontrar, en parte, en el hecho de que muchos de los ingresos originados por la exportación no quedaban en el país** y lo que quedaba no se reinvertía en realizaciones que permitiesen conquistar más espacio físico, explotar mejor el ya reincorporado a la producción y asimilar más población activa. Recursos considerables se gastaban en consumo suntuario.***

Las tierras cultivadas apenas representan un 50% del área total apta para la agricultura. El 4,6% de las explotaciones son de más de 100.000 hás. y cubren el 74% de la tierra cultivada. En cambio, 67% de las fincas son de menos de 65 Ha.**** Por un lado, enormes extensiones que vienen explotándose desde hace 60 u 80 años sin cuidarse de su conservación y rendimiento. Por el otro, pequeñas explotaciones, muchas de ellas ubicadas en zonas marginales, con economías de producción muy endeblas.

Todo ello se traduce en un mercado consumidor pobre pues a los desequilibrios estructurales anteriores corresponde un desequilibrio en la distribución del ingreso. Aunque el producto bruto interno promedio era de 1723,8 dólares per capita en 1971*****, como la mitad de la población acapara el 80 % del ingreso*****, la otra mitad (aprox. 12 millones de habitantes) recibe un promedio de 689 dólares.

* Citado por León, P. en *Economies et Sociétés de l'Amérique Latine*, París, Sedes, 1969.

** Véase pág. VII.

*** En 1887 se importaron vinos por 10 millones de pesos oro. Ese mismo año el sector público aceptaba préstamos externos por 38 millones de igual moneda. Citado por R. García, y Dennis M.E. en "La industria química argentina", *Industria y Química*, Buenos Aires, Vol. 28, N° 1/2, pág. 41/84.

**** Banco de Londres y América del Sud, Boletín Mensual, Oct. 1969 Vol. VI, N° 94, pág. 662.

***** OECEI, Argentina Económica y Social, Bs. As., 1973, Tomo I, pág. 46.

***** CEPAL, La distribución del ingreso en América Latina, 1970. Los datos corresponden en realidad a estudios efectuados en 1961. Resultados de investigaciones más recientes mostrarían que el cuadro no ha presentado alteraciones apreciables. Puede verse al respecto CEPAL, Naciones Unidas, Estudio Económico de América Latina 1973, parte III, pág. 672

ORIENTACION DEL CREDITO Y DE LA INVERSION

Argentina hizo uso de las fuentes externas de crédito desde los primeros años de su vida independiente. Los servicios de amortización e intereses de esa deuda ya en 1889 no alcanzaban a ser cubiertos por los préstamos recibidos ese mismo año.* Esos servicios representaban 1,4% del valor de las exportaciones en 1956 y 22,1% en 1962.** Por otro lado la inversión privada externa se fue orientando en forma cambiante en función de los intereses de sus países de origen. En una primera etapa (1870-1944) se vuelca sobre todo en empresas para la extracción y comercialización externa de los productos primarios y en servicios públicos. Las inversiones de este período producen una sensación de precariedad. Los ferrocarriles son a menudo de trocha angosta y de una sola vía, pensados más para un transporte temporal de productos desde fuentes agotables que para el tránsito permanente. Las tierras se usan hasta agotarlas y luego se abandonan.

En ese período nace y, en su mayor parte, muere una pequeña industria química obra de "pioneros" originarios del país o que vienen a radicarse en él. Esa industria responde a necesidades locales y se instala en condiciones tan precarias como las señaladas para las inversiones extranjeras.

En una segunda etapa los servicios públicos se nacionalizan y las inversiones externas se vuelcan hacia las industrias de sustitución de importaciones. En la industria química aparecen las primeras filiales de los grandes consorcios que se habían constituido en Europa y los EE.UU., las que realizan instalaciones completamente nuevas o adquieren las que se habían consolidado y sobrevivido a la etapa pionera. Así, en 1914, L'Air Liquide, de Francia, funda "La Origena" para la producción de gases licuados; Imperial Chemical, de Gran Bretaña, comienza sus actividades en 1928 unida a una empresa local, Bunge y Born, de la que se separa algunos años después, asociándose, desde 1935 hasta 1953, con Du Pont de Nemours, de E.E.U.U. Estas inversiones combinadas generan las principales empresas de la industria química argentina actual: Duperial, Ducilo, Electroclor, Cía. Química.

En ese mismo año, 1928, la Corn Products Co de EE.UU. compra Refinerías

* García, R. y Dennis, M. E., artículo citado.

** Leon, P., obra citada.

de Maíz S.A., que operaba en Baradero desde 1913. En 1932 comienza sus actividades Rhone Poulenc de Francia y, en 1941, se introduce otra compañía francesa, Pechiney-Saint Gobain, que pasó a llamarse Indupa en el país. En 1954 Monsanto Chemical, de EE.UU., crea su filial en Argentina.

Simultáneamente, empieza a perfilarse un grupo empresarial nacional, sobre todo por la acción de Fabricaciones Militares y su apoyo a grupos industriales como los de Grassi y Atanor, más algunos tímidos intentos que realizan Yacimientos Petrolíferos Fiscales para salir del sector puramente petrolero y entrar en la petroquímica.

El Banco Industrial (hoy Banco Nacional de Desarrollo), creado en 1944, debió haberse constituido en un instrumento de orientación del crédito hacia los esfuerzos nacionales, pero bien pronto entra a participar de una deformación típica de muchos países en desarrollo, destinando más recursos al incremento de stocks y a objetivos especulativos que a la extensión y a la modernización del equipamiento. Así, en 1959, el 56% de los préstamos de ese banco en valores corrientes estaba destinado a financiar gastos de gestión de las empresas, en detrimento de los créditos para inversiones fijas.* Por otra parte las industrias terminales fueron más favorecidas que las industrias de base.

El crédito tampoco orientó las inversiones en el sentido de favorecer un desarrollo regional equilibrado.

Todo el proceso de crecimiento argentino (1870-1914) se realiza como un inmenso drenaje de la riqueza del país hacia el exterior, a través de sus puertos litorales y, muy especialmente, de Buenos Aires.

Cuando comienza el proceso de industrialización, esas estructuras se mantienen. En los puertos se reciben materias primas del interior y del exterior que se redistribuyen transformadas hacia adentro y hacia afuera.

El ferrocarril no fue trazado en función de la conquista del espacio físico

* Dato tomado de un trabajo realizado por el Banco sobre su evolución en el período 1950-1969 y la proyección para 1970 (no publicado).

como en los EE.UU. Por el contrario, su tendido condicionó la evolución ulterior de ese espacio geográfico, en función de los intereses agro-importadores del litoral fluvial y marítimo. Al servir principalmente a la pampa húmeda y extenderse sólo hacia donde había que ir a buscar otras riquezas (el azúcar, por ejemplo), estaba en cierta medida predeterminando cuáles serían más adelante los sitios preferidos para la localización industrial (que siempre busca vías de comunicación fáciles y rápidas) y estaba, al mismo tiempo, limitando aún más un mercado interno, ya de por sí débil, al no crear medios de transporte cómodos y baratos para la colocación de los productos en vastas regiones del país.

Si se une a esto el proceso paralelo de concentración, más que urbana, portuaria, de la población, se puede explicar fácilmente porqué las primeras grandes instalaciones de la industria química se realizan en el entorno de Buenos Aires (Cía. Química, Duperial, Ducilo, Villa Aufricht, Atanor, Monsanto, La Oxígena, etc.). Algunos, como Grassi, comienzan a instalarse en la vecindad de Rosario desde 1929. Pero recién en las décadas del 40 y el 50 la acción hacia el interior comienza a hacerse sentir un poco más. Empero, no sobrepasa la franja litoraleña que se extiende entre San Lorenzo sobre el Paraná y La Plata sobre el río del mismo nombre, aunque se formen algunos núcleos industriales en la provincia de Córdoba (Villa María y Río Tercero) por acción de Fabricaciones Militares y otros aprovechen en Mendoza y Río Negro la energía hidráulica disponible.

Hay que llegar a la década del 60 para que se comience a hablar, públicamente al menos, de polos de desarrollo que buscan consolidar la posesión real y completa del espacio geográfico nacional mediante una industrialización mejor repartida.

Protección aduanera y promoción industrial

La lucha por conseguir un régimen aduanero que proteja la incorporación de la industria al panorama de actividades del país comienza a fines del siglo pasado.

A partir de la primera exposición industrial argentina (Córdoba, 1871) y de la formación de la Unión Industrial (1887), se entabla un combate entre los intereses agro-importadores y los ligados a la transformación local de los recursos naturales en un primer paso y a la sustitución de importaciones aún con insumos importados en una segunda etapa.

Los primeros antecedentes del "compre nacional" pueden encontrarse en el plan presentado por la Unión Industrial a la Comisión de Presupuesto de la Cámara de Diputados de la Nación en 1914, en el que se pedía entre otras cosas que "en los consumos se acuerden preferencias a los productos de fabricación nacional". No fue tratado *"por falta de tiempo"*.*

El proyecto de ley de presupuesto de 1916 establecía que en todas las provedurías de la Nación deberían ser preferidos los artículos de producción nacional, siempre que su costo no excediera el 5% del valor en plaza de igual artículo importado. *Tampoco fue sancionado.* **

En 1922 se logra que el poder ejecutivo dicte un decreto que establecía que "en las licitaciones que efectúen las reparticiones públicas, las propuestas que se hagan ofreciendo artículos del extranjero, se tomarán en cuenta computando siempre el pago de derechos de aduana, cuando se presente también un proponente de artículos iguales o similares provenientes de la industria nacional o nacionalizada."*** Hasta entonces, en las licitaciones públicas, los productos importados se cotizaban a precios de CIF, es decir sin incluir derechos de aduana, pero, aún incluyéndolos, los precios seguían favoreciendo a los artículos importados.

Es necesario llegar a 1944 para encontrar la primera medida real de promoción (ley 14.630/44) que fijaba derechos aduaneros adicionales y cuotas de importación para los productos que se elaboran en el país. Se liberaba, en cambio, la introducción de materias primas y equipos para la instalación y el mejoramiento de industrias que fuesen declaradas de interés nacional.

* García, R. y M.E. Dennis, Trabajo citado.

** Ibid.

*** Ibid.

Los beneficios otorgados por este decreto se mantuvieron en los dos planes quinquenales de la primera época peronista (1946-1955). El segundo de esos planes establecía que la actividad industrial sería conducida por el Estado con la cooperación de las organizaciones interesadas, cuando correspondiera, con el fin de lograr la autarquía en la producción esencial para la economía social y la defensa del país y, de manera especial, llegar al establecimiento y consolidación de la industria pesada (siderurgia, química, y metalúrgica).

Posteriormente con orientaciones ideológicas diferentes se diseñan otros instrumentos de protección y fomento industrial.

-Ley 14.780 (1958) que autoriza la inversión de capitales extranejeros en forma de bienes de equipo, divisa, materias primas, etc., concediendo determinadas franquicias aduaneras, cambiarias e impositivas.

-Ley 14.781 (1958) de fomento o promoción industrial y sus respectivos decretos reglamentarios.

-Ley 18.587 que deroga las dos anteriores y las reemplaza por un único cuerpo legal que, al mismo tiempo que establece líneas de promoción especiales, define las condiciones en que deben realizarse las inversiones extranjeras. Esta ley introduce la promoción sectorial y regional y dispone que las medidas que puede adaptar el Poder Ejecutivo son las siguientes:

- a) Fijación y exención de derechos y adicionales de importación. Suspensión transitoria de importaciones.
- b) Exención y desgravación impositiva por períodos determinados.
- c) Suministro preferencial y/o precios de fomento de materias primas, energía combustible y transporte.
- d) Venta a precios y condiciones de fomento de inmuebles del dominio público o privado del Estado.
- e) Otorgamiento de subsidios.
- f) Tratamiento preferencial de créditos y otros medios que faciliten la financiación de la unidad productiva.
- g) Tratamiento preferencial en las compras del Estado Nacional o de sus or-

ganismos.

- h) Creación y/ o fomento de parques industriales en los puntos que la ley define como Polos Nacionales de desarrollo.
- i) Promoción de los productos argentinos en el exterior por parte del Estado.
- j) Fomento de la investigación científica y el desarrollo experimental, brindando asistencia técnica a las empresas y reglamentando la introducción de tecnologías.
- k) Participación directa en la capitalización de las unidades productivas.

En cuanto a las inversiones extranjeras, dos eran las características principales del régimen: autorización previa por el estado y libre transferibilidad de las ganancias. La modalidad de repatriación del capital debería ser fijada en cada caso en particular.

En 1973 esos instrumentos se modifican nuevamente:

-la ley 20.557 de inversiones extranjeras mantiene la obligación de solicitar permiso previo, pero este conduce a un contrato que en el caso de que la empresa se establezca con 51% o más de capital externo, debe ser aprobado por el Congreso. Pero además limita la remesa de utilidades a un monto que no sobrepase la tasa anual de 12,50 % o la que exceda en 4 puntos la tasa de intereses que se pague, en bancos de primera línea, para la moneda en que está registrado el capital introducido, por depósitos a plazo fijo de 180 días. Las utilidades que anualmente exceden esos porcentajes quedarán definitivamente radicadas en el país y no podrán transferirse al exterior. En cuanto a las radicaciones anteriores a la ley se establece un impuesto especial a la transferencia de utilidades, del que quedarán excluidos aquellos inversionistas que opten por sujetarse a las disposiciones del nuevo instrumento.

Por otra parte se prohíben nuevas radicaciones que:

- a) encierren limitaciones a las posibilidades de exportar.
- b) sustraigan a la jurisdicción de los tribunales argentinos las posibles controversias.

- c) correspondan a actividades relacionadas con la defensa y la seguridad nacionales, los servicios públicos, los seguros, la banca comercial, las actividades financieras, los medios de comunicación masiva, los servicios de comercialización interna, las explotaciones agrícola-ganaderas y forestales, salvo que incorporen tecnología nueva de especial interés, y la pesca, excepto si ésta da acceso a mercados internacionales cerrados.
- d) pretendan adquirir participaciones en empresas de capital nacional.

-la ley 20.560 mantiene la promoción sectorial mediante aportes directos del Estado, créditos preferenciales, avales, ventajas impositivas, facilidades de abastecimiento, subsidios, asistencia tecnológica, etc. Pero es más estricta que la anterior en la búsqueda de equilibrio regional ya que prohíbe la instalación de nuevas industrias en la Capital Federal y excluye de los beneficios a las que se ubiquen a menos de 60 Km de ese centro urbano.*

Ese largo proceso histórico fue configurando, inorgánicamente, una industria química de sustitución de importaciones. Como en éstas aparecen sobre todo los productos finales y algunos básicos de uso directo, el reemplazo comenzó por ellos, y no se orientó, sino muy tardíamente (se puede decir que recién lo está haciendo ahora), hacia los productos intermedios, que son los que poseen mayor efecto de arrastre.

En los últimos instrumentos de promoción industrial aparece con nitidez la figura del Estado como posible productor directo y como agente de regulación y control por medio de mecanismos aduaneros y crediticios.

Contradictoriamente esos mecanismos de promoción generan, a veces, medidas que perjudican al proceso de formación de capital local.

En un artículo reciente, Marcelo Diamond** criticaba, por ejemplo, "el criterio de asignar la protección únicamente a los bienes que se producen localmente (lo que) lleva a una clasificación arancelaria en la que, para separarlos de aquellos que no se producen, se emplean parámetros tales como precisión, frecuencia, tamaño, etc. Así, por ejemplo, se protegen ins-

* Según la OECEI en "Argentina económica y social", Buenos Aires, 1973-pág. 112 la Capital Federal y sus alrededores, o sea el conglomerado urbano conocido como el Gran Buenos Aires, reúne en 0,1% de la superficie total del país el 36 % de su población

** Diamond, M., *Las posibilidades de una tecnología nacional en Latinoamérica*, Versión preliminar del trabajo presentado en el Foro Interamericano sobre el desarrollo tecnológico en la Universidad de Texas, Aus

trumentos de hasta W de precisión; osciladores electrónicos de hasta Y de megaciclos; tornos de hasta Z de longitud de bancada, etc. Los instrumentos, osciladores o tornos que superan esos parámetros quedan desgravados. A menudo la división resulta tan mal hecha que al usuario local le termina resultando más barato un bien importado de características innecesariamente sofisticadas, que el bien nacional menos sofisticado que responde a sus necesidades. El resultado es la tendencia importadora en desmedro de la producción y la tecnología nacionales".

Resulta interesante y ameno comparar esta expresión de un economista argentino contemporáneo con los ejemplos de barreras aduaneras mal diseñadas o de ausencia total de protección observados en Argentina y publicados en 1927 por un ingeniero consultor norteamericano.* Veamos algunos:

- "La Argentina es un país de libre comercio en sal, y en muchas otras industrias que podrían florecer con tarifas protectoras, y mucha sal viene de Cádiz."
- "El teñido de textiles constituye una broma exasperante para el industrial (argentino) pero es satisfactoria para los industriales europeos. Resulta más barato importar tejidos teñidos porque pagan menos derechos que los sin teñir".
- "Hasta el algodón podría llegar a importarse, porque esta industria no está protegida y aquellos que han plantado algodón se están pasando a otros cultivos. Los plantadores de algodón del Sur (de los EE.UU.) deberían aprobar un voto de gracias a los poderes actuales de este país, por no proteger su propia industria del algodón".
- "Algún día se necesitarán aquí barcos completos cargados con dicloruro de etileno, porque las semillas de lino y de algodón y el maní se industrializarán localmente. Pero no todavía, porque no hay protección aduanera. Se menciona que el secretario de ese departamento habría dicho que cualquier industria que requiera derechos aduaneros protectores para su desarrollo exitoso, es artificial y no debería existir. Es afortunado que él no haya sido uno de los primeros congresales de los Estados Unidos".

* Mark R. Lamb. "What a reader of this journal thinks about" Industrial and Engineering Chemistry, News edition. October 10, 1927, pág. 3.

- "Para las medicinas patentadas la Argentina es un paraíso. Ninguna regulación controla esta industria y los avisos más fantásticos son publicados leídos y creídos. Esto contrasta con el hecho de que el cirujano argentino es bien considerado en todas partes".

- "Urjo a todos los proveedores de nuevas drogas a venir aquí. El límite es el cielo, los precios son altos, no hay control gubernamental sobre la publicidad o la calidad de las drogas y, para colmo, la población come pesada y copiosamente. No es raro ver reuniones de diez personas comiendo juntas con un frasco de medicina frente a cada comensal - y a veces dos!".

En todo el artículo que venimos comentando, el ingeniero norteamericano solo señala un caso positivo, aislado y solitario. Una política sectorial, proteccionista, habría contribuido a la implantación local de la fabricación de perfumes.

- "Los derechos (aduaneros) y las tasas de impuestos internos y aún interprovinciales son tan altos que todos los fabricantes europeos están organizando filiales aquí y encuentran que pueden obtener localmente un producto tan bueno como en Europa".

Apoyo del Sub-Sistema Científico Técnico Nacional

En Argentina no se ha logrado crear todavía una cultura común entre científicos y empresarios que permita la fertilización cruzada entre la Universidad y la Industria.

La sociedad tradicional argentina ligada a la explotación agropecuaria fue recia a la innovación.

En mayo de 1969, durante una visita realizada al país, el consultor agrícola neocelandés Campbell P. Mc Meekan, tuvo oportunidad de comentar risueñamente: *

- "Hace 31 años la Sociedad Rural Argentina y la Corporación Argentina de Carnes me invitaron a conocer este maravilloso país. A sus productores les dejé consejos para que exportaran 10 millones de cabezas de ganado

ovino anualmente. Felizmente no me hicieron caso y es el día de hoy en que Nueva Zelandia exporta 22 millones de cabezas.

Visitando explotaciones tamberas, 31 años después, me animo a dejar consejos similares, a los cuales, espero, se les preste la misma atención que a los brindados en aquella oportunidad, de manera que Nueva Zelandia no encuentre en el desarrollo de la producción argentina un escollo".

"En mi país -dijo también- un tambero tiene, por lo menos, estudios a nivel universitario. Para tecnificar un tambo no son necesarias grandes inversiones. Se requiere, fundamentalmente, cerebro e imaginación. Sin estos atributos, la sola presencia del capital no es suficiente".

El empresario nacional, cuando aparece, se vuelca hacia el extranjero en busca de soporte científico y técnico para su empresa. Al hacerlo, responde en cierta medida a las características generales del medio social-económico donde se desenvuelve y a deficiencias en su formación como administrador.

Un trabajo realizado en 1960 muestra que sólo 11,2% de los "gerentes y administradores" de la industria química incluídos en la muestra eran graduados universitarios. Un 11,6% tenía estudios universitarios incompletos y 17,6% poseía educación secundaria completa, pero un 11,5% ni siquiera había completado la escuela primaria.* La situación es un poco mejor en los cuadros medios, sobre todo en los grupos de menor edad. (Ver tabla IV-6).

En cuanto al personal obrero, las opiniones son coincidentes en ponderar su capacidad de adaptación y su habilidad innata para el aprendizaje tecnológico. (Ver Tabla IV-7).

Quienes hemos tenido que realizar y poner en marcha instalaciones complejas en un medio ambiente social prácticamente rural, sabemos con qué facilidad pasan a manejar equipos y tableros de control operarios que algunos meses antes sólo conocían los trabajos rudos de la chacra.

* Araoz, A., Los recursos humanos en la industria Argentina, Instituto D. Tella, Buenos Aires, 1967.

TABLA IV-6 - Argentina. Nivel educativo del personal medio en la industria

	Promedio de años de educa- ción.	Porcentaje sin comple- tar escuela primaria.	Porcentaje con primaria comple- ta y secundaria incompleta.	Porcentaje con secundaria com- pleta o más.
<u>Empresas. 1966-67</u>				
Operarios al- tamente cali- ficados	8,2	20,5	67,4	12,1
Grupo hasta 25 años de edad	10,2	14,9	65,4	29,7
Supervisores	9,6	13,1	53,2	33,7
Grupo hasta 35 años de edad	11,1	5,8	41,3	52,9
Técnicos	12,0	1,7	34,6	63,7
Grupo hasta 25 años de edad	12,7	0	23,3	76,7
<u>Argentina. 1960</u>				
Técnicos en todas las ra- mas industria- les	...	11,7	28,7	59,6
Técnicos en la rama de ma- quinaria.	...	6,6	27,1	66,3

Fuente: Araoz, A., El cambio tecnológico y la preparación del personal me-
dio en la industria Argentina, CINTERFOR, Montevideo, 1967.

TABLA IV-7 - Argentina Nivel educativo de operarios industriales

	Numero	Porcentaje sin complemen- tar escuela la primaria.	Porcentaje con escuela primaria completa.	Total	Porcentaje con 1 año o más de enseñanza secundaria.
Censo de 1960	1.920,000	49,5	51,0	100	12,5
Encuesta de General Motors 1964	38,000	41,0	59,0	100	17,0
Empresas de tecnología avanzada, 1966-67	12.000	39,3	60,7	100	19,8
Las 3 Empresas (Del grupo de 7) con o- perarios de nivel educativo más alto, 1966-67(a)	900	10,5	89,5	100	53,3

(a): Dos empresas químicas y una electrónica.*

Volviendo al testimonio histórico del mismo ingeniero norteamericano citado en el punto anterior, encontramos esta referencia sobre el tema:**

"Una de las cláusulas que se consideró de fundamental importancia en el primer contrato*** obligaba a nuestro ingeniero a quedarse cuatro meses en el país para entrenar al personal y a prolongar ese período si era menester. Esta cláusula se basaba sobre un temor infundado, ya que los empleados del departamento comenzaron a actuar muy pronto mejor que el equipo temporario norteamericano. En la nueva planta**** el viejo equipo alcanzó la capacidad plena en sólo siete días, con gran alegría de todos".

La Universidad argentina, sometida a las tensiones destructivas de sucesivas crisis políticas, no ha formado equipos estables de alto nivel para la enseñanza y la investigación. En 1974, la Ingeniería Química se dictaba en 14 centros universitarios, pero muchos de ellos carecían de medios para una experimentación adecuada. Además, dejando de lado algunas cátedras de nivel y orientación singulares, la enseñanza era repetitiva y descriptiva, muy poco formadora de condiciones para la creación y la acción.

* Fuente: Araoz, A., El cambio tecnológico y la preparación del personal medio en la industria Argentina, CINTERFOR, Montevideo, 1967.

** Lamb. Mark, *Chemistry in Argentina, Industrial and Engineering Chemistry, News Ed*, Julio 20, 1927, pag. 3

*** Se está refiriendo al primer contrato firmado entre su compañía y el Departamento de Obras Sanitarias del gobierno argentino para instalar en Bs. Aires una planta de ácido sulfúrico.

**** En el año de la publicación la misma empresa estaba instalando una segunda planta de ácido sulfúrico para Obras Sanitarias.

La industria no ejerce una gran demanda de científicos e ingenieros para tareas importantes de investigación y desarrollo, pero cuando esa colaboración es buscada, se encuentra que muchos de ellos no disponen de las herramientas físico-químico-matemáticas necesarias, a pesar de que dedican más años de estudio de los que serían necesarios si se eliminasen las materias que nada aportan a la formación que se busca y si las esenciales se enseñasen con un criterio menos descriptivo. Algunas cifras mostrarán las debilidades estructurales del sistema científico-técnico argentino y de sus relaciones con la industria.*

- El esfuerzo total en investigación es muy bajo y sólo representaba en 1968 0,28% del PBI. En 1964, en Francia se llegaba al 1,6%; en Canadá a 1,1%; en Japón a 1,4%; en la URSS a 2,4% y en los Estados Unidos a 3,4%.
- La relación entre cantidad de personal científico-investigador trabajando en el sector público y población total es igualmente baja: 4 por cada 10.000 habitantes contra 15 en Yugoslavia, 37 en Francia, 91 en Checoslovaquia.
- La mayor parte del personal científico-investigador del sector público (aproximadamente 2/3 del total) no trabaja con dedicación total.
- La mayoría de los centros de investigación no alcanza un nivel cuantitativo adecuado en cuanto a personal y equipos. Según la encuesta de 1969 56% de los institutos tenían menos de 10 científicos y el promedio de 13 científicos por instituto se reduce a 4 si se considera únicamente el personal que trabaja con dedicación exclusiva.
- El sector productivo, que está gastando anualmente alrededor de 100 millones de dólares en la importación de tecnología, habría invertido en el año 1968 apenas 3 millones de igual moneda en investigaciones y desarrollos intraempresarios. Esta última cifra debe tomarse con cuidado, pues es habitual que bajo ese rubro se incluyan simples gastos de experimentación sobre las instalaciones existentes para resolver problemas de fabricación (trouble-shooting).
- Sólo un 10% aproximadamente de los gastos en investigación del sector público se destina a las ciencias de las ingenierías relacionadas con la in-

industria y la infraestructura de servicios.

-Los gastos destinados a extensión, o sea a la promoción de la utilización de los resultados de las investigaciones, sólo representan un 7% del total de gastos corrientes en el conjunto de institutos dedicados a ciencias de la ingeniería, aunque llegan al 25% en los relacionados con las ciencias agropecuarias, debido principalmente a la intensa actividad que en ese sentido despliega el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

-Las actividades científicas y técnicas están concentradas en el Gran Buenos Aires, que contiene algo más de la tercera parte de los institutos y absorbe alrededor de la mitad de los recursos. Le sigue, en orden de importancia, la zona pampeana, también fuertemente desarrollada y urbanizada, donde ambos valores oscilan alrededor del 20 %. La otra mitad de los institutos se repartía en el resto del país, el que sólo disponía del 30% restante del presupuesto de gastos corrientes.

La demanda de productos químicos y petroquímicos, medida en dólares, a precios de 1972, superó el 15% del crecimiento anual acumulativo entre 1966 y 1972. Se estima que no debería ser inferior al 10% anual acumulativo entre 1973 y 1980.

En 1972 la oferta respondió a una demanda del orden de los 450 millones de dólares importando el 22% de ese total. El resto fue cubierto con producción local. Como puede verse por la Tabla IV-8, se importan sobre todo productos intermedios y básicos.* En la Tabla IV-9 se dan los totales de importación por capítulo y en la IV-10 los totales de importación y exportación según tres grandes secciones de la clasificación aduanera, que pueden incluirse en el sector de industrias en proceso.**

Comparando 1968 con 1973 se observa que, si bien los valores unitarios tanto de importaciones como de exportaciones han aumentado, las exportaciones se han valorizado mucho más que las importaciones. Esta sería una resultante de una combinación de factores: exportación de productos con mayor valor agregado; actitud más firme en las negociaciones; mejor control de sobrefacturaciones en la importación y de subfacturaciones en la exportación. Me inclino a pensar que el factor que más ha jugado es el primero.

Las industrias de proceso en Argentina abarcaban en 1974 un total de 327 empresas***, de las cuales 67 estaban vinculadas preferentemente a productos petroquímicos básicos, intermedios o finales. El resto trabajaba en otras áreas del mismo sector: como ser: ácidos, bases y sales inorgánicas o extracción de metales de los minerales. Pero el núcleo más numeroso se encontraba en el campo de utilización de los productos químicos, constituido por aquellas industrias que usan procedimientos que no implican un nuevo cambio de composición a nivel molecular de los insumos que intervienen.

La participación más destacada en todo el sector corresponde a empresas transnacionales, que comenzaron por reemplazar importaciones de productos finales, para ir pasando lentamente a rubros básicos e intermedios. Aún hoy, muchos productos intermedios, como los componentes del Nylon, se importan.

* En 1973 no funcionaban aún ni la planta de aromáticos destinada a abastecer el mercado de benceno, tolueno y xilenos, ni la instalación productora de aluminio.

** Se han dejado de lado los productos de sectores muy importantes como el farmacéutico o el alimentario que, por su complejidad, merecerían un estudio particular. Por otra parte, las secciones VII y XV no discriminan entre productos resultantes de las industrias de proceso (metales, resinas, polímeros, etc.) y productos obtenidos por transformación mecánica de los mismos.

*** Esta cifra la obtenemos sumando las empresas afiliadas a la Cámara de la Industria Química (187) y las que agrupa la Cámara de Industrias de Proceso (157).

TABLA IV-8 - PRINCIPALES IMPORTACIONES ARGENTINAS DE PRODUCTOS RESULTANTES DE INDUSTRIAS DE PROCESO (Año 1973)

PRODUCTO	Millones de dólares	Costo Unitario U\$S/Kg.Promedio CIF	PRODUCTO	Millones de dólares	Costo Unitario U\$S/Kg.Promedio CIF
1. Fósforo	1.5	0,65	30. Cloruro de Potasio	0,7	0,13
2. Hidróxido de Sodio	4.5	0,1	31. Colotonia y sus derivados	3,3	0,40
3. Hidróxido de Aluminio	1.0	0,11	32. Antioxidantes y otros aditivos para aceites	5,4	0,60
4. Corindones Artificiales	1.0	0,30	33. Antidetonantes	5,9	0,33
5. Carbonato de Sodio	10.0	0,07	34. Derivados fosforados orgánicos desinfectantes, insecticidas, fungicidas, herbicidas, raticidas, antiparasitarios.	2,6	1,78
6. Bicarbonato de Sodio	3.5	0,29	35. Listas de diversos productos resultantes de industrias químicas o conexas(*)	22,2	0,50
7. Xilenos	2.7	0,08	36. Poliester	1,2	2,5
8. Monoalcoholes acíclicos saturados de C ₇ a C ₁₃ inclusive	3.0	0,28	37. Polietileno	9,4	0,33
9. Glicoles y éteres glicólicos, incluyendo pentaeritritol	5.4	0,29	38. Polipropileno	3,3	0,61
10. Ácido fórmico y sus sales	1.0	0,26	39. Polímeros de vinilo	3,3	0,61
11. Acetato de Vinilo	1.5	0,21	42. Derivados celulósicos	2,1	0,82
12. Ácido acrílico, metacrílico, sus sales y sus ésteres	3.6	0,39	41. Caucho natural	20,2	0,63
13. Intermediarios del nylon (ácido adipico y sus sales hexametilendiamina y caprolactamas).	20.1	0,59	42. Caucho sintético	10,3	0,63
14. Aminoalcoholes	1.2	0,78	43. Manufacturas de caucho incluso cierto tipo de cubiertas	3,0	2,4
15. Aminoácidos	5.9	1,7	44. Materias colorantes orgánicas sintéticas	9,4	5,9
16. Acrilonitrilo	1.6	0,34	45. Dióxido de titanio	6,0	0,53
17. Isocianatos	4.1	0,76	46. Películas para fotografía, policromas y de revelado instantáneo	1,7	24,81
18. Derivados del pirrol, midazol, pirazolina, piridina, piridazina, pirimidina y pirazina (compuestos heterocíclicos con anillo pentagonal o hexagonal y uno o dos átomos de nitrógeno).	8.2	20,5	47. Películas para cinematografía, policroma	2,12	17,72
19. Drogas conteniendo núcleos guinolínicos y purínicos incluyendo cafeína.	2.6	12,88	48. Papeles, cartulinas y tejidos sensibilizados para imágenes policromas	1,4	9,28
20. Otros alcaloides	4.1	376,76	49. Películas cinematográficas impresionadas y reveladas	1,0	33,43
21. Ácido ascórbico y otros similares.	1.3	5,21	50. Fundición en bruto	10,1	0,10
22. Sulfamidas	3.1	26,71	51. Ferroaleaciones	3,8	0,70
23. Hormonas esteroides	2.2	5.875,74	52. Hierro para transformar	234,1	0,15
24. Glucósidos naturales y de síntesis	1.7	174,71	53. Cobre electrolítico	46,2	1,56
25. Antibióticos	9.3	318,38	54. Cobre térmico	8,9	1,54
26. Nitrato de Sodio	0,9	0,08	55. Aluminio en bruto	41,0	0,56
27. Urea	1.0	0,15			
28. Superforfato	3.1	0,08			
29. Fosfatos de Amonio	4.9	0,06			

(*) En estos grandes paquetes de la nomenclatura arancelaria se incluyen catalizadores, derivados de propileno, selladores, compuestos para preparar papeles heliográficos, almidones modificados, compuestos usados en la reproducción xerográfica, antioxidantes para caucho, etc, etc. Las listas misceláneas son enormes. Una misma posición puede contener más de 70 productos diversos y no relacionados químicamente entre sí. Pero también una posición en este capítulo puede referirse a un solo tipo de productos, enzimas por ejemplo, que podrían haber figurado entre los productos orgánicos.

TABLA IV-9 - Importaciones argentinas: totales en algunos rubros de industrias de proceso (1973)

Capítulo N°	Denominación	Millones de dólares CIF
28	Productos inorgánicos	35,5
29	Productos orgánicos	155,2
30	Productos farmacéuticos	7,9
31	Abonos	11,9
32	Extractos curtientes y tintóreos, colores, pinturas, barnices, tintas, etc.	18,5
33	Productos de perfumería, tocador y cosméticos	2,5
34	Jabones, tensoactivos, productos de limpieza, etc.	4,5
35	Materias albuminoides y colas	0.9
36	Pólvoras y explosivos	0.6
37	Productos fotográficos y cinematográficos	11.7
38	Productos diversos de las industrias químicas	49.4
39	Materias plásticas artificiales, éteres y ésteres de la celulosa, resinas artificiales y manufacturas de estas materias.	38.0
40	Caucho natural y sintético y manufacturas de caucho	37.0
48	Papel, cartón y manufacturas de pasta de celulosa, de papel y de carbón	
73(')	Arrabio, hierro y acero	414.0
74(')	Cobre	59.2
76(')	Aluminio	48.8

Fuentes: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

(') Estos capítulos incluyen productos obtenidos por transformación mecánica de los metales.

Evolución del comercio exterior en algunos sectores de las industrias de proceso

Sección (Nomenclatura NAB)	Descripción	TON.	I M P O R T A C I O N E S				
			VALOR CIF. miles de dólares			PRECIO UNITARIO dólares/ton.	
VI	Productos de la industria química y de las industrias conexas	1968 464.500	1973 651.682	1968 160.682	1973 298.626	1968 346	1973 458
VII	Materias plásticas artificiales, éteres y ésteres de la celulosa, resinas artificiales y manufactura de éstas materias caucho natural o sintético, - caucho en manufactura	61.900	112.768	42.252	74.974	673	664
XV	Metales comunes y manufacturas de esos metales	1.085.300	2.411.920	42.252	548.636	198	227
			E X P O R T A C I O N E S				
VI		186.000	138.813	38.036	84.820	258	611
VII		10.700	30.985	6.627	20.053	620	647
XV		256.300	588.682	32.490	137.892	126	234

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

De las 150 empresas que más facturaron en 1973, 74 tenían industrias de proceso.* Ellas totalizaron 51.578 millones de pesos argentinos de facturación y declararon, en conjunto, utilidades por 2.958 millones. Sólo 6 empresas de esas 74 presentan quebrantos en las cuentas de ganancias y pérdidas de ese año.

Treinta y dos empresas (43% de las 74) pueden ser fácilmente identificadas como pertenecientes a corporaciones transnacionales. Ellas representaban un volumen de ventas de 17.835 millones de pesos, o sea 34,5% de la facturación total del grupo de 74 empresas. Sus utilidades (593 millones) constituían 20% del total de utilidades del conjunto.

De ese subconjunto de empresas transnacionales, 24, o sea un 69,5% del subconjunto y un 32,4% del conjunto, sólo producían terminales de mercado y algunos productos finales de la industria química. Ellas representaban, a su vez, 83,6% y 66, 16% de la facturación y de las utilidades respectivamente, del subgrupo transnacional.

En el conjunto de 74 empresas con industrias de proceso les correspondían 28,9% de la facturación y 13,25% de las utilidades.

Las ocho empresas transnacionales restantes se dedicaban fundamentalmente a productos químicos finales pero también fabricaban algunos básicos e intermedios.

El capital privado nacional también se concentra en la producción de finales químicos (polímeros para hilados, resinas para plásticos, solventes, etc.) y sobre todo en terminales de mercado (bienes de consumo masivo o durables obtenidos con los finales químicos). Su participación en los productos básicos es exigua. La producción de aluminio constituye una excepción y un caso singular de uso del poder regulador y control del Estado para promover la aplicación de capitales locales en inversiones dentro de dicho sector básico.**

*. Utilizamos el listado efectuado por la Revista Mercado, Agosto 8 de 1974, Año VI, N°263. Págs. 112 y 113. La conversión de las cifras de ventas y de utilidades a dólares estadounidenses se puede hacer sobre la base de 10 \$ a. por dólar.... En el año 1973 la tasa de cambio financiera oficial y la del mercado paralelo se mantuvieron bastante próximas: 9.98 la primera y 11,15 la segunda.

** Ver capítulo III.

El análisis de las 150 empresas de mayor facturación muestra que, si bien el capital nacional se concentra en las áreas finales de las industrias de proceso, sus empresas son pequeñas, ya que la facturación principal corresponde a empresas transnacionales y a grandes monopolios del Estado.

Este último es el único proveedor de las principales materias primas: gas, petróleo, carbón y azufre y se está convirtiendo en el principal proveedor de productos básicos por su participación en realizaciones tendientes a obtener aromáticos y etileno y sus derivados.

De las 74 empresas de mayor facturación con industrias de proceso 6 pertenecían al Estado y declaraban 20.842 millones de pesos de facturación (40,4% del total del grupo) y 1.812 millones de pesos de utilidades (61,25% del total del grupo). Todas esas empresas controladas por el Estado también fabricaban predominantemente finales químicos o terminales de mercado.

La presencia entre esas seis empresas de los grandes monopolios estatales dedicados a la explotación, transporte y distribución de petróleo y gas y los respectivos combustibles de consumo final masivo originan porcentajes excepcionales de participación en las ventas y en las utilidades del conjunto. Por su misma condición de empresas estatales esas firmas por un lado no pueden disimular ganancias y por el otro trabajan muchas veces con precios sociales que no guardan relación con los costos de producción. Además las inversiones que esas empresas exigen para ubicar y desarrollar los yacimientos de materias primas y luego transportar estas hasta los centros de transformación y/o consumo, representan órdenes de magnitud muy diferentes a las necesarias para fabricar productos químicos utilizando esas materias primas o sus derivados como insumos.

Así Yacimientos Petrolíferos Fiscales tenía al 31/12/71 un activo fijo en bienes de uso que, a valores originales más revaluos contables, significaba 5.430 millones de pesos argentinos. En la misma fecha y bajo idénticas condiciones contables una empresa petroquímica que fabricaba finales químicos con insumos

en parte importados, exhibía un activo en bienes de uso de sólo 211 millones de igual moneda. Sin embargo YPF declaraba ventas por 4.250 millones de pesos (0,78 de su capital) y una utilidad de 19 millones (0,35% sobre capital); mientras que la empresa privada vendía ese mismo año 307 millones (1,45 veces su capital) con una utilidad de 46 millones (21,8% del capital).*

Si consideramos solamente el subsector petroquímico tendríamos en julio de 1974 el siguiente panorama:

- a) operaban 22 firmas en la producción de básicos e intermedios de los cuales
 - 13 eran controladas por corporaciones transnacionales
 - 5 eran nacionales y de ellas 2 estaban controladas por el Estado.
 - 1 pertenecía a un grupo transnacional con casa matriz argentina.
 - 1 aparecía como controlada por grupos argentinos, pero con fuerte participación externa.
 - 2 resultaban muy difícil de ubicar en cuanto a origen del capital.
- b) en la producción de finales petroquímicos se agregaban a las anteriores 35 firmas nacionales y 10 extranjeras lo que daba un total para el sector petroquímico de 67 empresas, 23 extranjeras y el resto nacionales.
- c) 10 de las empresas extranjeras aparecían entre las 150 de mayor facturación, mientras que sólo figuraban allí 4 de las nacionales, (una de estas últimas correspondía a la empresa con fuerte participación externa).

LA ADQUISICION DE CONOCIMIENTOS EN LA INDUSTRIA QUIMICA ARGENTINA

El conocimiento de los procesos se obtiene casi exclusivamente en el exterior. Podemos decir que el origen de ese conocimiento es 100% externo en el subsector de productos básicos e intermedios y que hay algunas contribuciones autóctonas en procedimientos para la fabricación de productos finales y de terminales de mercado que usan dichos productos finales.

También constituye inmensa mayoría los proyectos en los que la ingeniería básica, o sea la tecnología del procedimiento, es importada.

- Un trabajo que realizamos con Francisco Sercovich en el Registro Nacional de Contratos de Licencias y Transferencia de Tecnología* nos permitió analizar una muestra de 59 contratos inscriptos** por 21 empresas con industrias de proceso.

Los contratos estudiados agrupaban 25% del total de 235 contratos inscriptos por las empresas del sector y, por otra parte, las empresas a las cuales correspondían representaban un 27% del total de 76 empresas con industrias de proceso que habían inscripto contratos. Estas 76 empresas constituían, a su vez, un 23% del universo de 327 empresas consideradas como de procesos por su afiliación a las respectivas cámaras empresariales.

Ciento cuarenta empresas de esas 327 podían ser consideradas como pequeñas, y de ellas sólo 14 tenían registrados un total de 19 contratos, lo que da un promedio de menos de 2 contratos por empresa. En cambio 62 de las 187 empresas mayores tenían registrados 216 contratos con un promedio de 3,48 contratos por empresa, y un máximo de 14 para una empresa estatal.

Las 21 empresas cuyos contratos analizamos podrían agruparse así:

~	4	o sea	19%	eran nacionales grandes
~	1	o sea	5%	eran nacionales pequeñas
	11	o sea	52%	eran extranjeras grandes
~	1	o sea	5%	eran extranjeras pequeñas
	4	o sea	19%	eran de difícil definición en cuanto a nacionalidad

* Kámenetzky, M. y Sercovich, *Informe sobre transferencia de tecnología en la industria química argentina*, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Buenos Aires, diciembre de 1974 (no publicado).

** Bajo la denominación de contratos inscriptos incluimos también algunos en trámite de inscripción o sea solamente con número de expediente acordado.

Clasificando los contratos por tipo de productos a que se refieren y por tipo (o tipos) de servicios cuya comercialización se conviene, tendríamos:*

- 8 contratos referidos a fabricación de productos básicos
- 20 contratos referidos a fabricación de productos intermedios
- 24 contratos referidos a fabricación de productos finales
- 10 contratos referidos a utilización de productos finales
- 9 contratos que transmiten sólo conocimiento básico
- 10 contratos que transmiten ingeniería y conocimiento básico
- 1 contrato que comercializa ingeniería de detalle junto con la entrega de ingeniería y conocimientos básicos
- 2 contratos que proveen solamente uno o más de los servicios auxiliares como procurement, formación de personal, control de calidad, asistencia técnica a la producción, asistencia para el montaje o la puesta en marcha
- 18 contratos que proveen algunos de esos mismos servicios junto con la ingeniería básica y/o el conocimiento básico
- 10 contratos que proveen algunos de esos mismos servicios junto con ingeniería de detalle, ingeniería básica y conocimiento básico (proyectos llave en mano)
- 5 contratos que incluyen derecho de uso de marcas
- 30 contratos que incluyen transferencias de patentes**

Las conclusiones que pudimos extraer del estudio son las siguientes:

- A. La forma de pago de la tecnología (o conocimiento del proceso) y de los servicios de ingeniería contratados con firmas extranjeras está estrechamente vinculada al destino productivo de la tecnología licenciada, según se trate de fabricar productos químicos básicos, intermedios o finales, o de usar algunos de esos productos en otros procesos. Cuanto más pró-

* Muchos contratos encierran más de un propósito.

** Muy pocos contratos se refieren solamente a transferencia de patentes o de marcas. La mayoría encierra este propósito junto al de transferencia de servicios y/o conocimientos.

xima a la demanda final se ubica la utilización de la tecnología contratada, menor tiende a ser la incidencia relativa de los pagos globales (en cuenta capital) y mayor la de pagos corrientes bajo la forma de regalías sobre ventas o volumen físico de producción. (Ver Tabla IV-11)

TABLA IV-11 - FORMA DE PAGO DE ACUERDO A ESTADIO DE PROCESAMIENTO
(en porcentajes)

	Contratos referentes a fabricación de productos			Contratos referentes a uso de productos químicos en otros procesos
	Básicos	Inter-medios	Finales	
Pago Global	. 78	. 67	. 09	. 04
Pago Inicial y Regalías Corrientes	. 11	. 33	. 73	. 23
Pagos Corrientes	. 11	. 00	. 18	. 73
T O T A L	1.00	1. 00	1. 00	1. 00

Nota: Basado sobre 51 convenios de la muestra

- B. Similar relación se verifica en cuanto a la permanencia de los vínculos contractuales entre las partes del acuerdo. A mayor proximidad al mercado de demanda final y a mayor grado de diferenciación de los productos objeto o resultantes de la contratación, mayor tiende a ser la ingerencia de la parte oferente en la fase operativa de la firma recipiente y más extendida la duración de los vínculos contractuales.
- C. Cuanto más se aleja la actividad industrial de la demanda final, más se buscan realmente conocimientos y no solamente adquisición de ventajas competitivas mediante la introducción de tecnologías externas.

- D. El conocimiento de los procesos o su ingeniería básica normalmente no se "compran". En la gran mayoría de los casos, la firma recipiente sólo adquiere derechos a utilizarlo con referencia a una planta específica. Cualquier repetición de uso requiere habitualmente la aprobación previa del contratante extranjero, y pagos adicionales. Esto es independiente de que la contraprestación asuma la forma de un pago global (en "cuenta capital") o de pagos corrientes (en "cuenta corriente"). La parte recipiente local adquiere posesión, pero no propiedad, de la tecnología comercializada. Y esa posesión está circunscripta en el tiempo y en el espacio. Sólo en casos excepcionales (2 sobre 59) la firma recipiente adquiere el derecho a utilizar libremente la tecnología contratada al cabo del período contractual.
- E. La prestación de servicios de ingeniería básica y, con menor frecuencia, de ingeniería de detalle, montaje y puesta en marcha, aparece frecuentemente atada al acceso al conocimiento del proceso. Estos servicios son suministrados ya sea por los propios oferentes del conocimiento del proceso, o bien por firmas extranjeras de ingeniería que ellos controlan o que operan como sus concesionarios exclusivos para la explotación de ese conocimiento.
- F. En aquellos casos en que la prestación de servicios de ingeniería es realizada por firmas locales que operan bajo asistencia técnica externa, suele resultar difícil discernir cuál es su prestación efectiva respecto de la que proviene de sus contratantes extranjeros.
- G. Las condiciones de contratación previamente apuntadas, así como el propio horizonte empresarial de las firmas locales de ingeniería, coadyuvan a que éstas manifiesten escasa propensión a sustituir la importación de servicios de ingeniería básica, tal como en alguna medida ha sido el caso respecto de los servicios de ingeniería de detalle.
- H. No se dispone, por regla general, de suficiente información en cuanto a los esfuerzos realizados por las empresas recipientes respecto de la selección de proveedores de tecnología y de servicios de ingeniería. Similar dificultad prevalece en relación a los costos relativos de los conocimientos de proceso, por una parte, y de los servicios de ingeniería básica, por la otra. Ambos conceptos aparecen habitualmente confundidos. Esto está vinculado a la recíproca atadura a que su prestación viene sujeta con asiduidad. Por este motivo, se dificulta la realización de evaluación respecto de su posible sustitución por fuentes locales. Lo anterior también es aplicable

a los servicios de asistencia técnica.

Solamente en un caso, dentro de la muestra, la modalidad de contratación se aproxima bastante a las pautas deseables. La parte oferente en ese contrato es una empresa del sector público del país de origen, cuyos criterios empresariales parecerían no seguir las estrategias de penetración de mercados internacionales, propias de las corporaciones transnacionales privadas. La naturaleza de las prestaciones aparece más nítidamente especificada y la firma recipiente puede apropiarse de las mejoras que introduzca en la tecnología licenciada

- I. La naturaleza y contenido de las patentes que protegen los conocimientos del proceso no se especifican con claridad. En algunos casos no es posible determinar, a partir de la letra de los contratos, si esas patentes han sido efectivamente registradas en el país. Una proporción mayoritaria de las patentes licenciadas se refieren a aspectos periféricos y a usos de los productos involucrados, antes bien que a lo esencial de los conocimientos del proceso.
- J. Las garantías otorgadas por las firmas que suministran los conocimientos de procesos y/ o los servicios de ingeniería básica están mayormente referidos a los índices de eficiencia del procesos licenciado. En algunos casos no se indican penalidades; en otros, solamente se establece el compromiso del contratante de venir en auxilio de la firma local para subsanar los inconvenientes. Cuando aparecen las penalidades propiamente dichas asumen la forma de reducciones en los pagos y mas raramente de montos indemnizatorios globales. La escasa frecuencia de garantías relacionadas con el funcionamiento mecánico concide con el bajo número de contratos que incluyen ingeniería de detalle y supervisión del montaje.
- K. 15 de las 21 empresas de la muestra tenían actividades innovativas locales, diferenciadas en el seno de la firma bajo la forma de departamentos de investigación y desarrollo.* Sin embargo su cometido generalmente se limita a esfuerzos adaptativos menores, optimización de la performance técnica del proceso y búsqueda de nuevos usos para los productos licenciados. En algunos casos, esto parece ocurrir en el marco de una división explícita del trabajo en materia innovativa con

* Estos datos no surgen de los contratos mismos, sino de los formularios que acompañan los pedidos de inscripción y de las declaraciones anuales que exige el Registro

los proveedores extranjeros de tecnología (particularmente, cuando media participación accionaria en la empresa local) según la cual los esfuerzos locales se destinan a aspectos periféricos y circunscripto. Los contratos muestran que las firmas recipientes no se esfuerzan por apropiarse de las mejoras que pu diesen introducir en las tecnologías transferidas. Quizas ello se deba a que no han concientizado suficientemente la importancia que ello reviste para su futuro desarrollo empresarial.

- L. Se verifica una escasa incidencia relativa (6 contratos sobre los 59) de ataduras respecto a la provisión de insumos intermedios. Tal incidencia es mayor (19 sobre 59) en materia de aprovisionamiento de componentes y equipos (por ejemplo: catalizadores).
- M. La atadura referida asume en algunos casos una forma indirecta, o sea no la forma de provisión directa de componentes, sino la exigencia de que la provisión local se realice sobre la base de especificaciones y diseños suministrados por el proveedor de la tecnología o de los servicios, o por empresas que éstos indiquen. La exigencia puede no ser explícita, sino ejercerse a través de los servicios de procurement. Además de afectar los esfuerzos por sustituir importaciones de bienes de capital, esta circunstancia también genera una demanda derivada de tecnología de origen externo por parte de los fabricantes de bienes de capital, disminuyendo los estímulos para realizar desarrollos nacionales. En ciertos casos la imposición de especificaciones puede inducir un cambio técnico provechoso en las estructuras de los proveedores locales.
- N. Se registra poca información respecto de los antecedentes técnicos y económicos de las firmas proveedoras y de sus vinculaciones recíprocas con otras cuyos servicios vienen atados. Esto incluye también a los proveedores externos de equipos y componentes. La conclusión más general que puede extraerse del análisis anterior es la de que no se aprovecha suficientemente la capacidad de negociación nacional disponible, la situación para mejorar, exige la presencia del poder regulador del Estado quien puede, ejercer ese poder por persuasión y por coacción. En la medida en que las condiciones actuales de negociación aparecen claramente más desfavorables que las posibles, a causa de factores tales como hábitos, ausencia o distorsión de la información y carencia de experiencia negociadora, la persuasión, - acompañada de adecuado soporte y estímulo financiero en el corto plazo y de una -

educación que forme ingenieros creativos, capaces de asumir riesgos, en el largo plazo, podría surtir efectos significativos.

En cualquier caso, parece indispensable fijar de inmediato, pautas sectoriales de negociación que obliguen a

- a) especificar desagregadamente el contenido técnico-económico de las prestaciones;
- b) establecer explícitamente la naturaleza de las garantías a suministrar;
- c) delimitar los alcances de los derechos propietarios que acrecen a los proveedores; y
- d) justificar satisfactoriamente ataduras, particularmente respecto de la prestación de servicios de ingeniería;

En cambio, parece, poco conveniente fijar normas coactivas rígidas. Determinadas tecnologías y determinadas situaciones empresarias pueden exigir proyectos estrictamente llave en mano. Pero aún así, convendría enumerar y describir en detalle cuales son los suministros a proveer y cuales las garantías a otorgar.

En cada negociación habría que procurar un equilibrio entre los requerimientos para lograr que tanto la tecnología a introducir como la forma de introducirla sea socialmente útiles y las exigencias de eficiencia empresarial.

INVESTIGACION Y DESARROLLO EN LAS INDUSTRIAS QUIMICAS Y PETROQUIMICAS ARGENTINAS

El texto ordenado en 1972 de la ley de réditos * establecía en su artículo 84_

"Las empresas industriales manufactureras pertenecientes a personas físicas o sociedades de personas domiciliadas en el país o a personas jurídicas constituídas en el mismo que realicen en el país investigaciones científicas y/o tecnológicas de interés nacional, ya sea directamente o encargándolas a firmas o instituciones nacionales especializadas públicas o privadas, podrán deducir en el balance impositivo las sumas que se indican seguidamente siempre que obtengan la aprobación de los planes de investigación con arreglo a lo dispuesto en el decreto reglamentario.

- a) Un importe igual al monto de los sueldos y salarios del personal directamente afectado a la investigación promovida.
- b) La mitad de las sumas invertidas en bienes amortizables de activo fijo destinados en forma exclusiva a la mencionada investigación incluido automotores. En el supuesto de desafectarse tales bienes de las actividades de investigación dentro de los dos (2) años de adquiridos, corresponderá incluir en el balance impositivo del año en que se produzca la desafectación, la suma deducida en el año de compra.

Las deducciones indicadas precedentemente no impiden el tratamiento que, como gasto o inversión amortizable respectivamente, corresponda a tales erogaciones."

"A los fines de este artículo considéranse de interés nacional las siguientes tareas de investigación; diseño de prototipos, desarrollo de nuevos procesos, utilización de materia prima rutinaria ingeniería de productos, operación de plantas piloto y ensayos no rutinarios. No están alcanzadas por las franquicias las tareas referidas a ingeniería de métodos, programación y control de la producción investigación operativa, control de calidad del tipo rutinario, trabajos de mejora de estilo, investigación de mercado, promoción de ventas, estudios de factibilidad, estudios de administración de empresas, investigación sobre productividad del trabajo, investigación sobre sistemas de incentivos de salarios y servicios técnicos para los clientes de las firmas industriales. El Poder Ejecutivo podrá modificar la nómina de tareas de investigación alcanzadas por la franquicia, incluyendo o excluyendo actividades sobre la base de recomendaciones emanadas de la Subsecretaría de Ciencia y Técnica"

"Para poder gozar de estos beneficios las empresas deberán cumplir los requisitos que establezca la reglamentación."

El decreto 1156/72 encomendaba el control de esa disposición a la Subsecretaría

* Publicado en el Boletín Oficial de la República Argentina el 4/7/72. Ese texto fue reemplazado. El nuevo no establece beneficios impositivos por actividades de investigación y desarrollo.

de Ciencia y Técnica de la entonces Secretaría de Planeamiento y Acción de Gobierno, estableciendo que la misma debería:

"recibir los planes y/o programas de investigación y desarrollo que le presenten las empresas industriales manufactureras que realicen en el país investigaciones científicas y/o tecnológicas de interés nacional"

- determinar si los referidos planes y/o programas revisten el carácter de interés nacional..
- efectuar las evaluaciones técnico-económicas de los referidos planes y/o programas y mediante dictamen fundado, determinar la procedencia de las mismas.
- ejercer el contralor de la marcha y ejecución de los planes y/o programas de investigación y desarrollo aprobados
- otorgar la certificación o constancia pertinente a fin de que las empresas pudiesen efectuar las deducciones correspondientes en sus prestaciones anuales a la Dirección General Impositiva.

Para cumplir con esas exigencias, las empresas debían presentar solicitudes de - desgravación en formularios especialmente preparados por la mencionada Subsecretaría de Estado. En esos formularios, las empresas debían volcar datos que juzgue valiosos para evaluar la actividad de investigación y desarrollo dentro de las mismas. Por ello, solicité a las autoridades pertinentes un tratamiento estadístico de la información que permitiese extraer algunas conclusiones sin afectar el carácter reservado de las presentaciones individuales.

Ante la buena disposición demostrada, preparé una metodología de procesamiento, que se incluye en apéndice junto con los modelos de los respectivos formularios. Y con las planillas de resultados, entregadas por el departamento de información y Estadística de la Secretaría de Ciencia y Técnica*

El análisis de los datos permite extraer las siguientes conclusiones:

- A - Las empresas que buscaban acogerse a los beneficios impositivos (57) representaban un 85 % del universo estimado del sector (67 empresas)
- B - En líneas generales, parecería no haber abultamiento de presentaciones, ya que los promedios de proyectos por empresa son normales y guardan relación con los potenciales financieros de cada grupo traducidos en sus cifras de venta. Además, la relación entre el número de profesionales y el de proyectos es -

* En 1974 la Sub-Secretaría de Ciencia y Técnica se había transformado en Secretaría de Estado y había pasado a depender del Ministerio de Educación

también regular. El promedio da 2.9 profesionales afectados a cada proyecto, llegando a 3.4 en las empresas más grandes y bajando a 1.9 y 2.3 en las medianas y chicas respectivamente.

- C. Como era de esperar para este sector, la mayor concentración de proyectos (40%) corresponde a desarrollo de nuevos procesos. Siguen en importancia los proyectos sobre ensayos no rutinarios y sobre ingeniería de productos (12.5% del total presentado para cada tipo). Llama la atención, en cambio, lo poco que se trabaja en plantas pilotos (apenas un 3.4 % del total) y en diversificación de materias primas (sólo 7 % del total) y el hecho de que los diseños de prototipos más propios de industrias metal-mecánicas, eléctricas o electrónicas, ocupen, en cambio un 11 %. Debe tenerse en cuenta que un 8 % de los proyectos se refiere a más de un tipo y que un 5.5% no precisa la naturaleza del proyecto según los códigos establecidos. Supongo que una parte, al menos, de los proyectos que combinan dos o tres tipos de trabajo deben referirse a desarrollo de nuevos procesos o a ingeniería de productos con experiencias simultáneas en plantas piloto
- D. En relación al personal empleado se observa una buena proporción entre ingenieros químicos (aprox. 18% del total) e ingenieros mecánicos (aprox 12%), en consecuencia con una industria que exige diseñar equipos que al mismo tiempo que se adapten funcionalmente al proceso respondan a buenas normas de cálculo y diseño estructural. Resulta difícil explicar el alto porcentaje de ingenierías no especificadas y diferentes a la química, la civil, la industrial o la mecánica. En otras disciplinas se podría suponer que el mayor numero corresponde a licenciados y doctores en química.
- E. Cada empresa emplea en investigación y desarrollo un promedio de 20 profesionales y técnicos. En el tramo de mayor facturación ese promedio sube a 38, para bajar a 9 en las empresas medianas y a sólo aprox. 5 en las más pequeñas. No se observan concentraciones creativas de magnitud comparable a la de fábricas internacionales de tecnología química, como la que sostiene Hoescht, con 10.300 colaboradores repartidos entre sus diferentes laboratorios y centros de experimentación * o la de Rhone Pulenc con 6000 biólogos, analistas, químicos y técnicos**
- F. Las empresas analizadas estaban pagando regalías por unos 3 millones de dólares

*Aviso en *La Recherche*, París, diciembre de 1971, Vol. 2 N°18, pág. 1006

** Aviso en *La Recherche*, París, octubre de 1974, Vol. 5 N°49, pág. 812

por año mientras invertían anualmente alrededor de 5 millones de igual moneda en investigación y desarrollo internos. Esto significaría que estarían gastando -- aproximadamente 1.6 unidades monetarias en creación interna de tecnología por cada unidad enviada al exterior en retribución de tecnología importada. La relación llega a ser .2.1 si se considera el grupo de empresas más pequeñas, y se eleva, curiosamente, a 5.2 en el sector de empresas medianas y baja a 1,4 en las grandes.

Pero, a su vez, las empresas chicas son las que menos invierten en ID y las que menos conocimientos compran porque, constituyendo el 17,5% de la muestra, sólo intervienen en un 2 % de los gastos totales en ID y sus pagos por regalías representan 1.7% de los pagos totales de la muestra.

Análogamente, las empresas medianas, formando un 40% de la muestra total, sólo contribuyen en un 20 % de los gastos totales en ID y en un 6.8 % de los gastos por regalías.

No obstante, considerando como típico del rango medio una facturación anual de 30 millones de pesos argentinos el promedio de 459 mil pesos invertidos por empresa de ese sector en ID representaría el 1.5% de la facturación correspondiente. Análogamente, tomando como representativo del sector de empresas pequeñas una facturación de 5 millones, se habría aplicado, en promedio, un 2,0% de la misma a ID.

En 1958 y 1959 las empresas de la industria química estaban gastando en Canadá y Japón porcentajes similares, pero en los EEUU llegaban a 4.3%.*

- G. En los años 71 al 73, a los cuales, se refieren los datos recogidos, en promedio, un 33 % de los resultados brutos de una empresa. Podemos, por lo tanto calcular en forma aproximada, la relación entre los gastos en I&D y las ganancias de las empresas. para el conjunto de la muestra los gastos totales directos en ID representarían 17% de las probables ganancias calculadas en base a los impuestos a los renditos que declaran devengar. Considerando cada uno de los tramos de facturación la relación pasa a ser de 14% en el rango de empresas grandes y sube violentamente a 49% en el grupo de empresas medianas y a 57% en el de las pequeñas. Estos últimos porcentajes

* Lawrence W. Bass, *The management of technical programs*, Praeger, New York, 1966
pág. 9

excepcionales e increíbles podrían originarse en el abultamiento de los gastos en ID, pero como los porcentajes en relación a la facturación parecen normales me inclino a pensar que deben llegar más bien la mayor habilidad que tienen y las mejores condiciones que se le presentan a las empresas menores en la lucha contra el fisco. La ganancia promedio tipo de una empresa grande de la muestra habría sido en aquel momento del orden de los 11 millones de pesos argentinos por año (aprox. 1 millón de dólares) en las medianas el promedio por empresa pagaría a 935 mil pesos argentinos (aprox. 90 mil dólares) y en las chicas sería de tan solo 204 mil pesos argentinos (aprox. 20, mil dólares).*

H. Si consideramos el subconjunto de la muestra que tiene inscriptos contratos en el Registro Nacional de Contratos de Licencias y Transferencias de Tecnología - creado por ley 19.231 del 10/9/1971 vemos que:

1) Sólo un 30% de las empresas de la muestra están inscriptas, cubriendo un 73% del total de regalías pagadas. En decir, que habría empresas que estarían pagando regalías sin estar inscriptas en el Registro, aunque la diferencia podría también explicarse por el hecho de que, venciendo el plazo de inscripción el 1/3/72, las presentaciones de los años 1970 y 1971 podrían denunciar pagos de regalías y no indicar inscripción en el Registro.

2) La relación de gastos directos en ID a pagos por regalías es en este subconjunto de 1.2: 1, alcanzando a ser 2.7:1 en el grupo de empresas medianas. La única empresa que figura en el tramo de facturación más bajo no da datos sobre sus gastos anuales en I&D. Podría tratarse de una firma que iniciaría esa actividad en caso de aprobársele los cuatro proyectos para los cuales solicita desgravación. En análisis por tramo haría pensar que el mayor número de empresas que pagaba regalías y que todavía no estaban inscriptas en el Registro de Contratos de Licencias y Transferencia de Tecnología eran empresas medianas y pequeñas, que son siempre las más reacias a aceptar controles de ese tipo porque carecen de organización y estructuras adecuadas para responder con agilidad a las exigencias de información que el trámite de inscripción trae aparejadas.

* En el momento de realizar el análisis de los valores en moneda argentina se podrán convertir en dólares considerando una tasa de cambio de diez pesos argentinos por dólar

3) El grupo de 15 grandes empresas que han inscripto contratos de transferencia de tecnología es, sin duda alguna, el más poderoso y el que más contribuye a la creatividad del conjunto. En él se encuentra la empresa que más invierte en ID de toda la muestra (1 millón de dólares por año) y también la empresa que más utilidades arroja y por ende más impuestos devenga (aprox 5 millones de dólares de ganancia) si se aplicaran criterios de estimación similares a los usados en el punto G)

Este grupo representa el 65 % del total de gastos en ID hechos por las empresas de mayor facturación y el 50 % de los gastos hechos por el total de empresas analizadas. Por otro lado, absorbe casi un 79 % de los pagos por regalías del sector de mayor facturación y un 72 % de las correspondientes a la muestra total.

A pesar de que sólo representan un 26 % del conjunto estudiado, emplean el 62% del personal y realizan el 45% del total de proyectos presentados. Tienen dedicados un promedio de 4 personas a cada proyecto y sus grupos de ID alcanzan un promedio, a casi 50 personas por empresa.

El análisis tropezó con algunas dificultades que aparecen a menudo en las estadísticas de las actividades científicas y técnicas. Para algunos, bajo investigación y desarrollo se deberían contabilizar únicamente aquellos gastos destinados a producir nuevos conocimientos científicos y tecnológicos respectivamente. En particular, en el sector de industrias químicas y petroquímicas, la investigación debería buscar el conocimiento de nuevos procesos así como el desarrollo experimental debería originar nuevas ingenierías básicas. Según ese criterio restringido, la optimización o modificación de los procesos existentes y los trabajos destinados a resolver problemas de fabricación no estarían incluidos entre las actividades de investigación y desarrollo.

Sin embargo, esas tareas también exigen la instalación de potencial creativo dentro de las empresas el cual puede ejercer notable influencia en la evolución de las mismas y producir efectos externos importantes para la economía del país. Históricamente, constituyen una etapa preparatoria que permite afrontar en mejores condiciones trabajos de mayor envergadura asociados a la creación de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos. Inclusive, para saber adaptar bien a las características locales las tecnologías que se introducen desde el exterior, es necesario comenzar adquiriendo habilidad en el manejo de las tecnologías ya instaladas y en uso.

En el otro extremo, se suelen incluir a veces, entre las tareas creativas, actividades rutinarias ligadas a la producción como el control de calidad, los servicios de asistencia técnica a las ventas, la programación y control de la producción y los análisis periódicos de ventas. Todas ellas fueron excluidas de la ley argentina, la que tampoco quiso incentivar las investigaciones sobre tecnologías administrativas.

La ley argentina negaba igualmente la desgravación de los gastos por estudios de mercado y estudios de factibilidad, a pesar de que, como hemos visto en el capítulo 2, esos trabajos constituyen etapas importantes en la organización y evolución de todo proyecto industrial.* ellos constituyen los lazos filogenéticos que permiten ir orientando adecuadamente la ontogénesis de la realización.

La ley parecería no haber contemplado tampoco la promoción de las actividades de ingeniería de detalle intra-empresarias, ni las de adaptación de tecnologías compradas externamente, cuando esa adaptación no exigiese trabajos experimentales y pudiese ser satisfecha únicamente mediante rediseño de la ingeniería básica adquirida.

Considero que en muchas estructuras industriales poco evolucionadas conviene estimular también esas actividades creativas, llamémosla menores, que anteceden a las mayores y las promueven por arrastre. Insisto en la idea de que no es suficiente, para asegurar un accionar autónomo, la creación de capacidad de generación de conocimientos: es necesario también saber utilizarlos.

Por otra parte las estadísticas nada permiten aventurar sobre la utilidad empresarial y social de las erogaciones denunciadas o sobre la eficiencia posible de alcanzar en la ejecución de los proyectos. Para ello hubiera sido necesario analizar los fundamentos de cada presentación y la organización que se propone para cada proyecto. Aún esto no hubiera sido suficiente: en el papel, pueden aparecer tres ingenieros dedicados a un proyecto, pero visitando la empresa puede encontrarse que, dedican la mayor parte de su tiempo a la línea de producción, supervisando de tanto en tanto los ensayos que, sobre el problema objeto del proyecto, realiza un técnico.

* Conviene diferenciar los estudios de mercado que pueden generar un proyecto de inversión de los análisis de periódicos de las ventas que comúnmente se identifican con esa misma denominación.

De todos modos, las cifras analizadas muestran que, como era de esperar en estructuras industriales dependientes de tecnologías externas, los esfuerzos internos, aunque importantes en relación a la facturación de las empresas y aunque equilibrados en relación al monto de regalías que las mismas pagan, están volcados a tareas creativas menores, como lo demuestra el bajo porcentaje de proyectos que manejan instalaciones piloto o que se ocupan de estudiar el uso de materias primas alternativas. No es arriesgado suponer que la mayoría de los proyectos denunciados como de desarrollo de nuevos procesos o ensayos no rutinarios son, en realidad, adaptaciones, mejoras de los procesos existentes o rediseño de operaciones aisladas y no de procedimientos completos. Esta presunción se ve confirmada por el porcentaje, relativamente alto para este sector, de proyectos referidos al diseño de prototipos. Sospecho que esos proyectos deben estudiar el perfeccionamiento o la sustitución de equipos aislados dentro de procedimientos en uso. Como ciertos procesos muy simples quedan definidos por un solo equipo, es posible que algunos de los proyectos de diseño de prototipos están buscando el desarrollo de algunos de esos equipos clave siguiendo ideas originales o tratando de imitar modelos ya probados.

La presunción de que los esfuerzos denunciados se orientan preponderantemente hacia tareas creativas menores se apoya también sobre el hecho de que las mayores empresas entre las consideradas apenas alcanzan a emplear, en promedio, 50 personas en sus departamentos de ID.

Convendría, sin desalentar esos esfuerzos y sin incrementar considerablemente los recursos empresarios destinados a ID, procurar un mayor equilibrio entre actividades netamente creativas, actividades adaptativas, actividades de optimización y perfeccionamiento de las tecnologías en uso y actividades de ingeniería destinadas a utilizar eficientemente los conocimientos generados intraempresarialmente o adquiridos externamente.

Aún las empresas pequeñas pueden destinar parte de sus recursos al desarrollo de nuevas tecnologías, adecuadas a su escala de producción y a sus condiciones de entorno, mediante esfuerzos cooperativos y/o utilizando el potencial creativo de los institutos de investigación del sector público.*

* Aunque la ley establece que tanto pueden desgravarse los gastos en ID realizados dentro de la empresa como los montos pagados a institutos de investigación, no se pudo analizar separadamente ambos rubros. Sería interesante poder hacerlo en un futuro, para conocer, entre otras cosas, el grado de interacción existente entre el sistema productivo y el científico técnico.

LAS EMPRESAS DE INGENIERIA

Como se ha visto, la industria química argentina, recibe desde el exterior la mayor parte del conocimiento tecnológico que emplea. En cambio, la ingeniería de detalle es realizada en el país, ya sea por los departamentos u oficinas de ingeniería de las empresas productoras, o por firmas de ingeniería especializadas.

A partir de la década del cincuenta, se comienza a superar la etapa en que toda la instalación venía desde afuera y localmente no se hacía otra cosa que armarla como un gigantesco rompecabezas, siguiendo planos de detalle confeccionados también afuera.

Las empresas transnacionales más grandes, que dominaban el sector, formaron departamentos especializados, algunos de los cuales evolucionaron notablemente con el correr del tiempo y dieron origen a los primeros trabajos de desarrollo experimental y de adaptación de tecnologías que se hicieron en el país dentro del sector.

La demanda sobre firmas de ingeniería extra-empresarias fue escasa. Solamente se recurría a firmas de ingeniería para las obras de ingeniería civil ligadas a la construcción y montaje de las plantas. Por eso, mientras las firmas nacionales de arquitectura y de ingeniería civil crecen y se consolidan desde muy temprano, prácticamente no existen firmas argentinas especializadas en proyectos de industrias de proceso.

De las cinco empresas que figuran como prestando servicios de diseño de procesos en una guía de proveedores de las industrias de proceso,* solamente dos están en condiciones reales de realizar esa tarea y ello en el campo de la tecnología alimentaria solamente. Otra es filial de una corporación transnacional que se anima a ofertar, aún sin tener estructuras locales adecuadas para esas tareas, porque en caso de recibir una demanda cuenta con el apoyo de su organización internacional.

Una cuarta constituye más una idea romántica que una realidad. Esta ofrece incluso la posibilidad de ejecutar proyectos completos llave en mano, basados en

* *Guía de proveedores de las industrias de procesos*, Buenos Aires, 1971, (editada como suplemento de la revista *Procesos*).

tecnología propia. Sus propietarios tienen nivel y capacidad para hacerlo, como lo han demostrado a través de realizaciones para pequeñas y medianas empresas de Argentina y de otros países, pero nunca pudieron llegar a consolidar realmente una empresa de ingeniería. En el momento de efectuar este estudio no había ningún ingeniero o técnico trabajando en ella a tiempo completo y los propietarios tampoco podían dedicarle una atención permanente porque su subsistencia estaba ligada a la administración de instalaciones industriales cuyos procesos contribuyeron a desarrollar.

También son cinco las empresas que se ofrecen en la guía mencionada para realizar el diseño mecánico de la ingeniería de detalle. De ellas, una es la misma empresa transnacional que aparece bajo el rubro "diseño de procesos", con la diferencia de que para ingeniería de detalle tiene capacidad local montada. Otra filial igualmente transnacional, tiene también suficiente capacidad instalada, especialmente para ingeniería de instalaciones eléctricas y mecánicas. De las tres restantes, dos son en realidad talleres de construcción de equipos que ofrecen los servicios de sus oficinas de ingeniería y la tercera, de igual naturaleza, había desaparecido al tiempo en que este estudio se hizo, después de haber participado en un gran proyecto de una empresa estatal para el cual se había vinculado con la filial española de una firma de ingeniería transnacional.

La ingeniería de ese proyecto fue, prácticamente en su totalidad, obra de la filial española, que empleó para ello 500.000 horas-hombre. La casa matriz había contribuido con sólo el 2% del total del tiempo de ingeniería utilizado y la empresa argentina se habría limitado a proveer el grueso de la fuerza de construcción y montaje de las instalaciones, estimada en cuatro millones de horas-hombre, con casi dos mil operarios y montadores en los picos de actividad. También habría colaborado activamente en el suministro de los equipos y materiales adquiridos en Argentina, que habrían representado un 47% del total.*

Si bien, en este proyecto de 40 millones de dólares, el Estado, al igual que en otros más recientes, exigió, no obstante contratarlos "llaves en mano", una participación importante de servicios y suministros locales, el manejo financiero y psicológico de los proyectos en que interviene no promueve la consolidación ni el crecimiento de la ingeniería local. Al contrario, favorece la implantación

* La información no aclara si esos porcentajes están tomados sobre unidades físicas o sobre valores monetarios. Suponemos que son estos últimos a los que se hace referencia, pero, aún así, ignoramos si los montos utilizados para establecer la participación porcentual de cada país incluyen las construcciones civiles.

de filiales de firmas de ingeniería externas y la subutilización del potencial local que solamente juega un rol complementario, en base, principalmente, a sus ventajas comparativas de costos.

Además del caso descripto de una empresa argentina que entra en disolución después de haber participado en un importante proyecto del sector público, aparentemente a causa de dificultades financieras originadas en el trabajo mismo, podemos dar otro ejemplo de la falta de apoyo estatal a la formación de grupos nacionales de ingeniería.

La empresa local de diseño de procesos que hemos descripto como idea romántica, decide en un momento dado intentar el despegue aprovechando un llamado a licitación de un ente estatal que obligaba al proveedor externo de tecnología a asociarse con firmas locales de ingeniería. A costos que excedían su capacidad financiera logra armar una buena combinación entre un grupo franco-italiano poseedor de una tecnología adecuada que había sido experimentada en varias instalaciones y un grupo de ingenieros y técnicos de primer nivel y de abundantes antecedentes universales en el campo de las industrias de proceso. No obstante, los sobres de presentación son rechazados, sin abrir, por "carecer la firma local de antecedentes".

Toda la evolución de la ingeniería de procesos en Argentina queda atrapada en este círculo vicioso: no se da trabajo a firmas locales porque no puede mostrar realizaciones concretas que avalen sus propuestas y esas firmas no pueden reunir antecedentes ni crear equipos convenientes porque no consigue trabajos adecuados.

A diferencia de México, donde es posible diferenciar todo un grupo de empresas de ingeniería y de construcción de plantas que se han formado y desarrollado en función de las industrias de proceso y que luego -marginamente- han realizado y están realizando proyectos de otro tipo, en Argentina sólo una empresa está centrada alrededor de la ingeniería de detalle y la construcción y montaje de plantas de proceso.

Las demás firmas de ingeniería y/o construcciones instaladas en Argentina, de-

jando de lado los departamentos de ingeniería de algunos fabricantes de equipos para las industrias de procesos, sólo se ocupan marginalmente de plantas de ese tipo.

En la Tabla IV-12 damos las características de la empresa que consideramos típica del sector ingeniería de proceso y de otras dos que también poseen antecedentes en ese campo.* En el capítulo siguiente, un detalle similar para tres empresas mexicanas permitirá establecer algunas comparaciones.

La empresa típica del sector está organizada como filial de un gran grupo de ingeniería transnacional, en el que se han asociado un consorcio norteamericano y otro europeo, cuyas actividades internacionales están ligadas fundamentalmente a proyectos de industrias de proceso.

Otra de las empresas listadas, de capital nacional, está comenzando a realizar proyectos en ese campo, pero su actividad primordial fué la construcción de edificios de vivienda. Allí se generó el capital que está ahora permitiendo incursionar en otros rubros: las obras de infraestructura y las construcciones industriales. Por el momento, esos rubros son divisiones dentro de la estructura global de la empresa, pero su crecimiento podría dar origen a organizaciones diferenciadas dentro de un mismo grupo económico.

La tercera firma listada tiene una evolución diferente. La empresa se constituye en Europa a fines de 1945 con el objeto de transferir capital tecnológico y financiero a América Latina. Elige como sede de operaciones Argentina, donde, con su fuerza de ingeniería y construcciones, apoya la creación de empresas en el campo metalmecánico, internas al grupo económico, y, al mismo tiempo, empieza a competir en grandes obras de infraestructura: gasoductos, oleoductos, instalaciones para producir y transmitir energía eléctrica, caminos, etc.

Sus viejas vinculaciones con la renaciente actividad industrial europea le permitieron actuar como representante de fabricantes de equipos y materiales que eran utilizados en muchas de esas obras y algunos de los cuales comenzaron a ser fabricados en el país por empresas del grupo.

* Esas otras dos no figuraban en la guía de proveedores mencionada

TABLA IV - 12 - EMPRESAS DE INGENIERIA ARGENTINAS.

	A	B	C
Tipo de sociedad	Subsidiaria de una corporación transnacional.	Nacional Privada	Transnacional de capital privado argentino
Capital	180.000 dólares (*)	1 millón de dólares (*)	4 millones de dólares (*)
Fecha de iniciación de las actividades en el país:	1957	1964-Construc. civiles 1970-Instalac. indust. 1974-Obras de infraestr.	1946
Comienzo de las actividades internacionales	1915	s.d.	1946
Cifra de ventas: año y monto	1973 ~ 6 millones U\$S (*)	1973/74 8.6 millones U\$S (*)	1975/74 39 millones U\$S (*)
Áreas de trabajo:	Ingeniería de detalle Compras Construcción Montaje	Ingeniería de detalle Compras Construcción Montaje	Consultoría Ing. básica solamente p/siderug. y ob. de infraestructura. Ing. de detalle Compras Construcción Montaje
Sectores industriales que atiende de preferencia:	Química Petroquímica Siderurgia Metales no ferrosos Minerales Prod. alimentarios Farmacéuticos Papel	Edificios de Vivienda Instalaciones y construcciones industr. Obras de infraestruct.	Obras de infraestructura. Siderurgia y Metal-Mecánicas.
Plantel técnico permanente	220	174	350
Capacidad en ingeniería de detalle en horas/hombre/año	400.000	220.000	600.000
Total obreros y empleados	2.030 (1974) **	694 (1974) **	2600 (1974) **
Firmas clientes en Arg. c/ind. de proc.	19	4	12
Composición:			
estatales	7	3	2
priv. nles.	4	1	2
priv. transnac.	8	-	8
Cantidad de procesos manejados en su ing. de detalle en proys. realiz. en Argentina	36	3	4
Actividad internacional	250 contratos en Latinoamérica por 1.000 millones de dólares.		-92 trabajos de ingeniería en Arg. entre 1946 y 1971- de proyectos con un valor - total estimado de inversión de 1.600 millones u\$s. en el resto de América Latina 67 trabajos con inversiones del orden de los 1.300 millones de dólares. en el resto del mundo 74 trabajos y 650 millones de dólares de inversiones correspondientes
Datos varios:		El proyecto más ambicioso en ind. de procesos tenía un monto de obra estimado en 20 millones de dólares (*) La empresa dispone de 6.000 m2. de oficinas y depósitos de los cuales 2.500 son propios 18,5% del pasivo era financiado en el ejercicio 73/74 por los bancos y 48% por proveedores y sub-contratistas	4.000 m2. de superficie de oficinas. 50 trabajos en ejecución en 1975, con ingeniería a realizar desde Argentina 9,2 % del pasivo financiados en el ejercicio 73/74 por los proveedores y sub-contratistas 5,2% por los bancos y 27% por otras fuentes financieras los bienes de uso representaban 14% del activo mientras que lo restante por obras y servicios ascendía a 37 %

* Todas estas cifras en dólares se han obtenido convirtiendo las correspondientes sumas en pesos argentinos según una tasa de cambio de 10: \$ ~ por dólar estadounidense. Las otras estaban ya dadas en esa moneda en fuentes consultadas.

** Indicamos el año porque el plantel obrero varía con el volumen y tipo de obras en ejecución.

Desde Argentina, la actividad se fue extendiendo a otros países latinoamericanos y, desde las bases dejadas en Europa, diez años después de la emigración, se retoma la actividad en países de ese continente y del Africa y el Asia mediterráneas.

En proyectos de industrias de proceso en Argentina, las empresas A y C suelen asociarse. Esa búsqueda de apoyo para la ingeniería de procesos ha llevado a la firma C a asociarse también con fabricantes nacionales de equipos que tienen departamentos de ingeniería especializados en los procesos en los cuales dichos equipos intervienen. En otros casos, es la empresa cliente la que provee la ingeniería de detalle del proceso principal, la cual se integra luego con la ingeniería de detalle del conjunto de la instalación y con la ingeniería de las construcciones civiles en la firma de ingeniería.

De todos modos, su actividad fundamental no está en ese campo. El núcleo está constituido en realidad por el departamento de ingeniería de una empresa constructora que sale a buscar otros clientes de ingeniería para equilibrar su curva de trabajo o para adquirir experiencia en rubros de interés futuro. Esa experiencia permite luego captar nuevos clientes al sector construcciones. Así, han tomado algunos trabajos de ingeniería de centrales nucleares cuya construcción es realizada por otras empresas.

También en México hemos encontrado ejemplos de gestación de empresas especializadas en las ingenierías ligadas a procedimientos industriales químicos, eléctricos, electrónicos y metalmecánicos, dentro de los cuerpos madre de organizaciones de ingeniería de construcciones civiles. Es que lo primero que los países centrales dejan en manos de los profesionales de la ingeniería de los países periféricos es la construcción de casas habitación. En algunos casos esto va dando seguridad para competir también en grandes edificios y en obras públicas de infraestructura. Como cada instalación industrial exige también edificios para albergar los equipos en los que se realiza la transformación, las empresas de construcción se ligan pronto a los problemas inherentes a los procedimientos y van suministrando mano de obra detalles auxiliares de los mismos. Cuando las condiciones socio-culturales y financieras son favorables, esta evolución puede conducir naturalmente a departamentos especializados y luego a empresas con estructuras

separadas y personalidad propia que usan, sin embargo, los servicios del viejo tronco común para diseñar y construir los edificios y las estructuras que van a cubrir y soportar respectivamente los equipos que ellos, a su vez, van a diseñar, construir y montar.

No obstante, en estructuras económicas dependientes y desequilibradas, no resulta fácil pasar de la construcción de casas habitación al manejo de grandes proyectos de obras y edificios públicos. Los errores de conducción del Estado se suelen aliar a las presiones de los consorcios internacionales para dificultar el acceso de la ingeniería nacional a este tipo de trabajos. Resulta más difícil todavía organizar los servicios especializados que permitan competir localmente en campos industriales donde el conocimiento tecnológico suele tener, a menudo, apropiación monopólica u oligopólica, como ocurre en la industria de procesos, especialmente los químicos y petroquímicos.

Un caso argentino reciente ilustra bien esta afirmación. La ejecución de una obra de infraestructura hidroeléctrica, destinada a proveer la energía necesaria en la planta productora de aluminio que se está instalando en el sur del país, estaría llevando a la empresa constructora argentina que ganó la licitación de los trabajos a la convocatoria de acreedores, por problemas financieros originados en la imperfección de los estudios previos realizados por un ente estatal. Según una solicitada aparecida en los diarios"*

"su condición de empresa de capital interno no le permitió (a la empresa contratista) aguardar a que se solucionaran los déficits de proyecto, aún al precio del atraso de las obras, porque los compromisos financieros adquiridos la obligaban a una permanente aceleración de los trabajos. Paradójicamente la debilidad financiera (de la contratista) generada en la propia ejecución de la obra(.....) actuó de forma tal que la firma buscó en la más rápida facturación una manera de aliviar su situación deficitaria. Otra cosa suele ocurrir cuando se trata de firma de capital externo a las que el mayor acceso a fuentes de financiación, les permite soportar la carga financiera y beneficiarse, en definitiva, a expensas del Estado, con el mayor costo total de la obra".

* Puede verse *La Opinión*, Buenos Aires 3/12/74, pág. 4. Los paréntesis me pertenecen

Los bancos están acostumbrados a financiar sobre todo actitudes empresariales pasivas como la de comprar una licencia y ponerse a fabricar, con tecnologías que exigen poca adaptación, productos cuyo potencial de demanda no necesita de complicados estudios de mercado para ponerse en evidencia. Suelen apoyar también actitudes defensivas que, por incorporación de nuevos items en líneas de producción existentes, por mejora de productos o por optimización de procesos, buscan mantener posiciones en el mercado. Es vox pópuli que las entidades financieras más prestan a quien más tiene y sólo prestan a quien tiene.

Raramente enfrentan el riesgo implícito en una actitud empresarial agresiva que busque a través de nuevos productos, nuevos procesos o nuevos servicios, un crecimiento dinámico. Sin embargo, habría que volver a financiar a Arquímedes.* La asociación sinérgica de conocimiento y espíritu de empresa necesita capital para transformarse de potencialmente utilizable en utilizada.

También la formación de grupos nacionales de ingeniería en los países de menor desarrollo necesita de un adecuado soporte financiero. La oferta local de esos servicios debería conseguir avales bancarios que tranquilizasen a la demanda, asegurándole la correcta ejecución de los trabajos. Ello obligaría a las entidades financieras a sumergirse más profundamente en los mercados tecnológicos locales para seguir de cerca la organización y la evolución de las firmas de ingeniería ya que los avales serían otorgados en función del volumen de trabajo que cada grupo pudiese absorber y de la eficiencia que fuesen adquiriendo en el manejo de proyectos. Por otro lado deberían cubrir los riesgos que corren las firmas de ingeniería en el caso de decisiones tecnológicas erróneas por parte de sus clientes que signifiquen inmovilización de equipos físicos y humanos afectados al proyecto.

Las entidades financieras deberían utilizar todas las formas imaginables de crédito para facilitar el equipamiento físico y la formación de los núcleos profesionales y técnicos permanentes de empresas de ingeniería y de montajes industriales. Por ejemplo, el leasing**, que permite ciertos equipamientos cuando la

* Uno de los lemas publicitarios de una sociedad financiera francesa, la Société pour le financement de l'innovation (SOFINNOVA) es el siguiente: "en 250 AC habríamos financiado a Arquímedes". Los accionistas de SOFINNOVA son grandes bancos nacionales y privados y sociedades industriales como CGE, Rhone Poulenc, L'Oreal. Parecería que 4 bancos americanos estaban interesados en 1972 en tomar un 12% del capital de la empresa francesa. Los datos han sido tomados de Le Point, París, octubre 2 de 1972, N°2, pag. 81. En EE.UU. existe, desde hace más de 25 años, el *venture capital*. Financistas concurren a apuntalar con capital y gestión a inventores y se remuneran con los beneficios que obtienen luego al vender su participación, una vez en marcha la empresa.

** En el Leasing un banco compra el bien de capital que interesa a la empresa y lo entrega para su explotación a cambio de un alquiler que cubra en el período del contrato alrededor del 90% del valor del bien. Después, el locatario puede adquirirlo por el valor residual o celebrar un nuevo contrato con alquileres reducidos.

empresa no tiene capitales suficientes o cuando quiere reservar sus disponibilidades de dinero para la incorporación de recursos humanos de alto nivel, la prospección de nuevos clientes, la publicidad, etc.

Esas actividades obligarían a las entidades financieras a recurrir a los cuerpos técnicos del Estado mencionados en el capítulo III o a formar sus propios departamentos técnicos. Convendría estudiar cual de las dos formas de hacer frente al problema de las decisiones tecnológicas en el ámbito financiero encierra mayores economías tanto a nivel de las entidades mismas como socialmente.

De todos modos es de las decisiones tecnológicas que adopten las empresas y organismos del Estado de donde podrán surgir estímulos o desestímulos para el desarrollo de la ingeniería nacional.

Las inversiones y gastos corrientes del sector público podrían alcanzar en Argentina los siguientes valores, entre 1974 y 1977*:

- la inversión pública total oscilaría entre tres y cinco mil millones de dólares estadounidenses por año, a precios de 1973.
- los gastos de consumo del gobierno nacional se mantendrían alrededor de los tres mil millones de igual moneda, también a precios de 1973.
- los grandes proyectos y programas, manejados en su mayor parte por empresas y organismos del Estado, obligarían, durante el lapso mencionado, a realizar inversiones del orden de los 15,500 millones de dólares según el siguiente detalle:

	Millones de U\$S
programa siderúrgico	1.140
programa petroquímico	581
programa celulósico-papeleros	383
programa de construcción naval	400
proyecto cu prífero	34

proyecto desarrollo agropecuario de la zona semi-árida chaqueña	2.100
programa de desarrollo pesquero	150
proyecto Salto Grande	463
proyecto Yaciretá Apipé	2.458
complejo hidroeléctrico Alicopa	593
proyecto central nuclear Río Tercero	250
programa de vivienda	6.400
plan nacional de agua potable y cloacas	547

Dentro de esas grandes cifras totales, las industrias de proceso exigirían, durante esos tres años, inversiones por más de dos mil millones de dólares, considerando únicamente los programas siderúrgico y petroquímico, las plantas celulósico-papeleras y el proyecto cuprífero.

Considerando que los gastos en ingeniería de detalle constituyen normalmente un 10% de las inversiones, la ejecución de los proyectos mencionados podría llegar a volcar en el mercado de ingeniería doscientos millones de dólares, o sea, un promedio anual de alrededor de 70 millones durante los tres años.

Una estructura capaz de responder a esa demanda debería proveer siete millones de horas-hombre por año, calculando que el costo promedio de la hora es de diez dólares. Esto supondría el trabajo a tiempo completo de casi cuatro mil personas (sobre la base de 8 horas diarias de trabajo, 20 días al mes y 11 meses por año y por persona), repartidos entre unos 1500 ingenieros y 2500 técnicos y dibujantes (considerando una repartición muy próxima a dos auxiliares por cada ingeniero).

Se suponía que, en el caso del plan petroquímico al menos, la demanda potencial sobre la industria de la construcción y de bienes de capital podía satisfacerse con un 75% de oferta local y un 25% de importada. En este último valor se incluían los pagos por la tecnología (conocimiento e ingeniería básica de los procesos).

En el cálculo de la demanda probable de ingeniería del sector procesos realizada en los párrafos anteriores no se consideró los servicios de ingeniería de e-

se tipo que pueden exigir marginalmente los proyectos de centrales nucleares, los de servicios de agua potable y cloacas a las poblaciones, el desarrollo pesquero y el desarrollo de la zona semi-árida chaqueña.

LOS SERVICIOS DE CONSULTORIA

No he estudiado las empresas consultoras con el mismo detenimiento que las de ingeniería y no poseo, por lo tanto, datos sobre su capacidad financiera, el origen de los capitales o la envergadura de los recursos humanos que manejan. Lo que sigue son observaciones generales resultantes de mi actividad en ese campo.

La consultoría y la ingeniería argentinas no se diferenciaron en forma neta. Las empresas de ingeniería suele encarar estudios de mercado, de pre-factibilidad y de factibilidad y, por su lado, muchos consultores prestan servicios de ingeniería básica o de detalle y de supervisión de la construcción y el montaje de plantas industriales u obras ya sea por sí mismos o en alianza con consultores o firmas de ingeniería externas.

Así, en la lista de empresas afiliadas a la Cámara Argentina de Consultores, se advierte la presencia de una de las empresas que también ofrecen servicios de diseños de procesos en la Guía de Proveedores de las Industrias de Proceso. Por otra parte, alguna de las 48 consultoras que figuran en esa lista tienen oficinas de cálculo y dibujo de nivel cualitativo comparables a las de algunas empresas de ingeniería del mismo ramo y a veces mejores.

Otras, en cambio, ni siquiera cuentan con los recursos humanos suficientes y adecuados para la tarea de organización del conocimiento. En ellas las estructuras se arman para cada proyecto, alquilando expertos aislados e integrándolos en equipos cuyo período de vida corresponde a la duración de los trabajos

En el año 1960 se legalizaron las estructuras de un Consejo Federal de Inversiones (CFI) que había sido creado poco antes por un pacto entre las Provincias. Estas querían contar con un organismo "capaz de formular estudios, analizar proyectos tendientes al desarrollo económico de las mismas y prestar asistencia técnica a los gobiernos provinciales.*

Para cumplir con éstos propósitos el CFI debía, no solamente evaluar los pro-

* Consejo Federal de Inversiones, *Plan de Acción 1970*, Buenos Aires, pág. 1.

yectos que le presentasen las provincias, sino también ayudar a éstas a organizarlos. Es decir, que buena parte de su acción derivaba en una actividad típica de la consultoría. Así lo comprendió el organismo que, a lo largo de su historia, para cumplir con ese rol osciló entre dos modalidades de trabajo que aunque podrían no haber sido excluyentes una de otra, en la práctica lo fueron.

En ciertos períodos, el CFI pretendió ser él mismo la gran empresa consultora nacional. En otros, quiso delegar las funciones de evaluación y organización de los proyectos en otras empresas o entidades, privadas o públicas, limitándose a coordinar y supervisar los trabajos.

La alternancia de uno y otro tipo de funcionalidad significó formación y destrucción de equipos* y la etapa en que el organismo volcó el grueso del trabajo hacia afuera tampoco se tradujo en una consolidación y expansión de empresas consultoras privadas de envergadura. No se utilizó la capacidad de compra de servicios de consultoría para planificar el desarrollo de esa actividad en el país y para promover la formación de grandes grupos interdisciplinarios.

En lugar de diseñar objetivos e introducir luego su voluntad super-estructural para lograrlos, el CFI partió del supuesto que dejando que las empresas compitiesen entre sí, aparentemente con cierta libertad y sin estar sujetas a otras restricciones que las que surgiesen del propio juego de la oferta y la demanda, triunfarían las más fuertes, las más capaces, las que supieran organizarse mejor.

El resultado práctico fue una atomización de las empresas argentinas y la consiguiente preponderación de grandes consultores internacionales en los proyectos de mayor importancia, especialmente de obras de infraestructura, que escapaban a la esfera de acción del CFI.

En los concursos para trabajos demandados por el CFI las propuestas eran seleccionadas primero en base a los antecedentes de las firmas oferentes. Para evaluarlos se adicionaban los méritos individuales que surjían de los currículae de los expertos que se habían comprometido a participar en el grupo

* En el momento de realizar esta investigación, el CFI optaba nuevamente por ser él mismo el organismo consultor de las provincias y estaba tratando de crear nuevamente cuadros internos adecuados para esa tarea.

encuestación. Evidentemente ese es el único camino por el cual un nuevo grupo puede aspirar a obtener sus primeros trabajos e iniciar su actividad como tal. El CFI debería haberse preocupado luego por lograr, entre otras cosas por vía de una retribución adecuada que permitiese formar capital, que esos grupos se cohesionasen, adquiriesen permanencia y se desarrollasen.

En cambio el CFI, en la discusión de los precios de los trabajos con las firmas elegidas, obligaba a fijar honorarios tan bajos para los expertos que muchos de éstos se incluían en los equipos solamente para conseguir una buena acumulación de antecedentes y de costos que justificasen el precio total. El resto, los que cuando se ganaba el trabajo realmente participaban en él, se mantenían en contacto solamente mientras lo exigía la tarea.

En dos presupuestos presentados por dos diferentes empresas en 1971 y que pueden tomarse como ejemplos típicos de los valores manejados en aquella época se observa lo siguiente:

- a) los gastos en personal superior, expertos de primera y segunda línea y técnicos auxiliares no llevan cargas sociales agregadas en forma explícita, lo que confirma que los profesionales y los técnicos son contratados como profesionales independientes. En otras palabras, como esos profesionales no forman parte de la nómina permanente de la empresa, los pagos por jubilaciones y otras cargas sociales corren por cuenta de ellos mismos.
- b) las cargas sociales, en el caso del personal administrativo, que parece ser el único que mantiene vínculos de dependencia permanente con la firma, son del orden del 40% sobre los salarios nominales.
- c) los gastos generales representan entre 8 y 10% del sub-total formado por los gastos en personal, los gastos específicos del proyecto (pasajes, viáticos, encuestas, alquileres, comunicaciones, etc.) y los imprevistos. Estos últimos alcanzaban a ser un 5% de los gastos en personal.
- d) la utilidad calculada sobre la suma de gastos en personal, gastos específicos, gastos generales e imprevistos era del 10% en un presupuesto y del 15% en el otro.

- e) las retribuciones horarias a los distintos niveles de personal, en dólares al cambio oficial financiero entonces vigente (7,51 \$ a. por dólar), serían los siguientes sobre la base de un mes de 200 horas de trabajo:

personal superior	3 U\$S
" experto la. línea	2 "
" " 2a. "	1,5"
" técnico auxiliar	1 "

Resulta interesante comparar los valores anteriores con los precios de venta de ingeniería de diseño que hemos podido recoger de trabajos efectuados en los países del pacto andino y que resumimos en la Tabla IV-13. Allí hemos incluido también los precios que se acostumbraba pagar por ese tipo de prestaciones de servicio en Estados Unidos, Canadá y Francia, aproximadamente en la misma época.*

En cuanto a México, la información que he podido recoger permite trazar el siguiente panorama:

- los directores de empresas de consultoría o de ingeniería y los profesionales que forman la plana superior de la misma ganan en el orden de 3.000 U\$S/mes o sea aproximadamente 15 U\$S/ hora.
- la retribución más baja en el nivel de técnicos auxiliares, por ejemplo un dibujante que recién comienza, es de alrededor 300 U\$S/mes o sea 1,5 U\$S/hrs.
- con una relación de 1:2 entre ingenieros y técnicos la hora de ingeniería tendría un costo directo promedio de personal de aproximadamente 3 U\$S, considerando como sueldo promedio de los ingenieros 1 000 U\$S/mes y el de los técnicos de 400 U\$S/mes. Si se agrega el 40% que representan las cargas sociales (vacaciones, jubilación, aguinaldo, días festivos, etc.,) se llega a 4,2 U\$S/h.
- el overhead, o sea los gastos generales de entrenamiento y administración de los recursos humanos, los gastos de infraestructura para alojarlos y proporcionarles elementos de trabajo y los gastos de ventas, se calcula como un 80 % de los costos directos en personal y lleva, por consiguiente, el costo horario a 7,6 U\$S.

*Los valores de Canadá, USA y Francia han sido tomados del documento *Bases para una política de desarrollo de la ingeniería de estudios*, de la Asociación de Ingenieros Consultores de Chile a la que tuve acceso por gentileza de F. Sagasti. A él debe también la mayoría de los otros datos referentes a los

e) con una utilidad sobre costos de 15% el precio de venta final oscila alrededor de 9 U\$S por hora.

Estos valores promedios mexicanos corresponden a empresas con infraestructura estable muy compleja. En cambio, los presupuestos argentinos analizados con típicos de cálculos realizados por empresas con infraestructura permanente mínima y equipos profesionales y recursos físicos contratados ad hoc para cada trabajo. Por eso, en ellos, los gastos generales son bajos y los gastos específicos altos. Con todo, la baja retribución a los profesionales permite, aun incluyendo todos los gastos y la utilidad, ofertar la hora promedio a tan sólo 2,6 U\$S en un caso y a 3,6 U\$S en el otro.*

Respecto a la precariedad de los equipos humanos resulta alentador leer en la memoria del ejercicio 72/73 de una empresa de ingeniería argentina la siguiente observación: "resultaría improcedente obtener una obra especializada para luego formar el equipo técnico". Se estaba refiriendo a su política de captar especialistas técnicos, "para capitalizar las posibilidades cada vez mayores de participación en todas las variantes que ofrece la industria".

En efecto un conjunto de expertos no es lo mismo que una organización interdisciplinaria integrada que puede aprovechar tanto los efectos cruzados resultantes de realizar proyectos diferentes como las economías emergentes de la repetición de otros.

El capital tecnológico de las empresas de ingeniería o de consultoría no puede medirse como la sumatoria de los niveles de formación individuales multiplicadas por coeficientes, también individuales, que introducen la diferente capacidad de utilización de esos niveles de formación que cada individuo tiene. El capital tecnológico obedece en ellos a expresiones más complejas del tipo:

$$C \cdot T = \alpha_{\text{com.}} \alpha_{\text{sin.}} \sum_i \alpha_i \alpha_i F_i$$

donde:

F_i = nivel de formación individual medido, por ejemplo, en función de los costos de la educación realizada.

* En este último caso el presupuesto fue aceptado después de discutir el CFI con la consultora una rebaja de precio que llevó el promedio horario a 3,2 u\$s/ h.

- α_i = coeficiente de utilización individual de los conocimientos adquiridos.
 $\alpha_{\text{sin.}}$ = coeficiente indicador de la eficiencia intergrupala o sinergia.
 $\alpha_{\text{com.}}$ = coeficiente indicador de los efectos resultantes de la comunicación con otros grupos nacionales e internacionales.

A pesar de los handicaps inherentes a su proceso de formación y las debilidades estructurales resultantes, en algunos grupos consultores argentinos se siguen refugiando profesionales y técnicos de gran valor capaces de analizar los problemas del desarrollo y de organizar los proyectos destinados a resolverlos con visión social. Pero como las retribuciones no permiten una dedicación a tiempo completo a esas actividades, el ejercicio de las mismas se comparte alternativa o simultáneamente con posiciones en el sector público o en empresas productivas privadas. Así, aproximadamente un 50% de los representantes ante la Cámara Argentina de Consultores de las 48 empresas asociadas a la misma había pasado, en uno u otro momento de la vida política argentina, por la función pública.

También se pueden encontrar equipos talentosos, aptos para organizar los conocimientos en función de las necesidades locales, en algunos centros de investigación privados y públicos. Algunos de ellos asumen con dificultad el hecho de que el conocimiento es una mercancía y que, por ende, los servicios para organizarlo y utilizarlo, deben ser ofertados y son comprados en función de las necesidades del adquirente. Por eso no aprenden a vender sus servicios de consultoría y a generar a través de esa venta el capital necesario para consolidar su organización y desarrollarse. No han internalizado que el espíritu de empresa no tiene por qué generar forzosamente alienación y que, en cambio, puede y debe compatibilizarse con la creatividad, la independencia de criterio y la orientación social de los trabajos. Muchas veces se autocercenan posibilidades de una remuneración conveniente por resabios de esa vieja mistificación que quiere asociar los conceptos de conocimiento y de pureza.

Aceptar que hay una ciencia pura equivale a "considerar automáticamente que lo otro está contaminado o es sucio".* Lo que contribuiría fundamentalmente a contaminar y ensuciar ese resto sería su conexión con actividades lucrativas.

* Solla Price, Derek de, *The relations between science and technology and their implications for policy formation*, FOA, Estocolmo, 1972, pág. 3.

El dinero sería impuro e inficionaría todo propósito "serio" de investigar u organizar conocimientos sin mas servidumbres que las debidas a la verdad científica.

Se da así la paradoja de que sociedades construidas alrededor de la acumulación individual del dinero y que han hecho de él un símbolo social apreciado prohijan simultáneamente en su seno, en forma cuidadosa, grupos "desinteresados" y "puros" a quienes utilizan como elementos reparadores de la mala conciencia social. Los grupos que caen en esas trampas suelen relacionar los niveles de remuneración posibles de alcanzar en una investigación o en una organización de conocimientos con las probabilidades de corrupción de los resultados. Al hacerlo están admitiendo "a priori" que los equipos carecerán de fuerzas internas suficientes como para rechazar las eventuales presiones externas que pudiesen querer aplicar quienes ejercen el poder de compra de los servicios.

Resumen de la situación y ensayo de explicación

En medio de los problemas estructurales apuntados al principio, la industria de procesos argentina ha ido creciendo apoyándose en dos situaciones fundamentales:

- a) las condiciones naturales, que hacen del país una fuente productora de alimentos, a los cuales va sometiendo a transformaciones industriales crecientes que introducen mayor valor agregado.
- b) la disponibilidad de petróleo, gas, minerales metalíferos y otras materias primas como sal, azufre y piedra caliza.

El consorcio estatal petrolero se ubica en el rango mundial de 100 empresas de mayor facturación. Doce empresas privadas argentinas se ubican junto a 29 brasileñas, 3 mexicanas y 1 colombiana, todas ellas fabricantes de productos químicos, petroquímicos, fertilizantes y pinturas, en el primer rango de facturación dentro de América Latina.*

Si se siguen importando muchos productos petroquímicos intermedios y ciertos productos como el carbonato de sodio, para los cuales el país dispone de amplios recursos naturales, es porque algunas de las distorsiones y presiones emergentes de las deficiencias estructurales señaladas no han podido ser superadas. El poder económico se ha aliado muchas veces al poder político para defender intereses particulares y otras tantas lo ha enfrentado para evitar planificaciones económicas con criterio social.

La industria de procesos en un comienzo fue empírica, nacional y pequeña. Creció por inyección de capitales externos y se tecnificó por introducción de tecnologías desarrolladas en el exterior. Cuando el Estado y algunos fuertes capitales locales irrumpen en el panorama la contribución nacional a la actividad del sector se vuelve cada vez más importante, pero la tecnología se sigue importando.

Al principio, tanto los bienes de capital como los servicios de ingeniería, construcción y montaje se compraban afuera. Lentamente se fue incorporando

* *Procesos*, Buenos Aires, vol XIV, N°78, pág. 15.

a las realizaciones servicios de ingeniería y de construcción locales, comenzando por los de ingeniería y construcciones civiles.

La ingeniería civil fue abrazada desde temprano* como profesión principalmente por hijos de familias acomodadas, ligadas a las grandes fortunas surgidas de la explotación agropecuaria. Parte de esas fortunas se volcaban en grandes construcciones suntuarias. Esos primeros ingenieros formaron una pléyade de brillantes calculistas de estructuras y no faltó quienes de entre ellos se preocuparan por las técnicas industriales.

Sin embargo, las nuevas tecnologías surgidas de la revolución industrial europea y del desarrollo del capitalismo norteamericano, se introdujeron con timidez y numa llegaron a alcanzar el grado de coherencia y el nivel de excelencia de la ingeniería civil.**

* El primer ingeniero civil recibe su diploma el 3 de junio de 1870.

** La ingeniería de procesos, por ejemplo, no se introduce francamente como la creativa ingeniería química que tan brillantemente se había desarrollado en el Massachussets Institute of Tecnology a partir de 1915. Ella aparece en el país en 1919 desdibujada como una descriptiva Química Industrial y Agrícola.

La ingeniería mecánica incorporada a los planes de estudio de la Facultad de Ingeniería de Buenos Aires en 1882, se suprime en 1917, fundamentándose esa resolución en que "las ramas de la ingeniería cuyo campo de acción son las diferentes industrias extractivas de las riquezas naturales, merecen prelación sobre las que se ocupan de elaboraciones finales y complementarias con más arraigo y elementos de producción en el extranjero".

El mismo documento seguía diciendo: "habrá más ventajas en llamar la atención profesional a los problemas de las industrias que extraen y elaboran que no a las tareas de la mecánica industrial que, en nuestro país, por muchos años, habrá de sufrir la competencia y primicia de los medios empleados con el mismo fin en los países del viejo mundo y en la América del Norte".

Estos párrafos han sido extraídos de una publicación mimeografiada sobre proyecto de planes de estudio, editada en 1973 por la Facultad de Ingeniería.

Esas carreras fueron preferidas por hijos de inmigrantes, sin conexiones importantes con las fuentes de poder económico y político del país y por consiguiente sin posibilidades de vincularse con las fuentes financieras externas que realizaban las instalaciones industriales de mayor trascendencia.

Cuanto más alta es la ubicación de la familia del profesional en la estructura socioeconómica y mayores son el nivel de entrenamiento adquirido y capacidad innata de ese profesional, tanto más trata éste de modificar favorablemente las condiciones de ejercicio de su tecnología y más medios tiene para hacer frente a las exigencias que una actitud de ese tipo implica. Cuando no es tan capaz prefiere muchas veces abandonar la profesión antes que aceptar condiciones de trabajo demasiado dependientes; sabe que sus vinculaciones y su fortuna le permitirán encontrar un sustituto bien remunerado. En cambio, el profesional de origen humilde, frente a las dificultades del medio, tiene tendencia a cambiar de sociedad o a alienarse en estructuras que lo subutilizan. Los profesionales propietarios de empresas de arquitectura, ingeniería y construcciones civiles lograron buenos contratos cuando las empresas extranjeras comenzaron a instalar plantas industriales en Argentina. En cambio, cuando esas mismas empresas, frente a las ventajas comparativas de costos se decidieron a realizar localmente ingeniería de procesos, prefirieron crear departamentos internos para formar en ellos, según sus propios métodos, a los profesionales argentinos ligados a las tecnologías químicas y mecánicas.

Cuando surgen picos de trabajo, como en el caso de nuevos proyectos, tampoco recurren a firmas de ingeniería nacionales. Prefieren utilizar los servicios de filiales locales de las mismas firmas de ingeniería que colaboran con sus casas matrices. Esas filiales se instalan aprovechando también las ventajas de costo y la disponibilidad de profesionales creativos dispuestos a trabajar en relación de dependencia.

Esas mismas filiales son también utilizadas preferencialmente por quienes se benefician con los contratos "llave en mano" del sector público, cuando el Estado interviene directamente como productor y sus empresas no se atreven a afrontar el riesgo de la desagregación de los paquetes tecnológicos.

La evolución del sector no se vinculó con un desarrollo simultáneo de la industria de bienes de capital y con la instalación de capacidad para crear tecnologías. Salvo en ciertas áreas de la industria alimentaria, no existen firmas de ingeniería, o centros de desarrollo tecnológico sectoriales capaces de tomar el conocimiento básico de un proceso para convertirlo en una ingeniería básica, mediante un trabajo experimental adecuado que adapte ese conocimiento a las condiciones locales.

Tampoco existen esfuerzos organizados de envergadura para generar el conocimiento básico de nuevos procesos para el sector. El país carece de una fábrica de tecnologías químicas y petroquímicas. Ni siquiera para los procesos de transformación de alimentos se han coordinado los esfuerzos de investigación y desarrollo como para llegar a constituir un programa coherente que introduzca economías en la generación de las correspondientes tecnologías.

La industria química y petroquímica argentina es fuerte arrendataria de tecnologías externas (conocimiento más ingeniería básica) cuya posesión adquiere, normalmente, pagando alquileres adelantados. Los esfuerzos de investigación y desarrollo experimental dentro de las empresas están colocados sobre todo a la optimización de los procesos de uso.

La consultoría argentina actúa más como comercializadora del conocimiento que como organizadora del mismo y se vuelca también mucho hacia el exterior.

Toda la evolución tecnológica del sector está signada por el hecho de que los productos intermedios de la economía del conocimiento, las tecnologías, se importan. También su utilización se organiza preferentemente desde afuera, mientras el país va tomando lentamente el control, principalmente desde dentro de las empresas productivas, de la ingeniería de detalle de sus instalaciones.

La capacidad creativa local tiene tendencia a preferenciar la búsqueda del conocimiento "puro" antes que el desarrollo del conocimiento tecnológico o la utilización de este último por la ingeniería. Algunos intentos fallidos

de constituir firmas de ingeniería de procesos quisieron comenzar proponiendo ingenierías básicas para nuevos proyectos en lugar de capacitarse primero en la ejecución de la ingeniería de detalle de proyectos ya definidos.

Uno de los primeros ingenieros argentinos decía:

"Nosotros hemos comenzado por cultivar las ciencias exactas y naturales en una época en que la nación necesitaba de la aplicación de estos conocimientos y no de su adelanto".*

Sin embargo no se *puede* utilizar bien los conocimientos si no se *sabe* todo lo viejo y todo lo nuevo que encierra en cada momento el acervo científico universal en cada rama de la ingeniería. En cada país convendría que ese acervo fuese recogido, almacenado y transmitido con eficiencia, pero en los de menor desarrollo no parecería lógico destinar sus recursos profesionales y financieros escasos a incrementar ese acervo. Sería preferible orientar esos pocos recursos hacia la construcción, con los ladrillos básicos recogidos en el exterior, de tecnologías adecuadas a las características económicas, ecológicas y antropológicas locales y hacia la ingeniería de su utilización.

En un diagrama espacio-tiempo, la investigación de conocimientos tiene por coordenadas el mundo y las generaciones futuras; el desarrollo de tecnologías se centra en el país y en los próximos decenios de su vida económica; la ingeniería está ligada a una determinada comunidad de trabajo y al tiempo en curso.

En el campo científico y tecnológico Argentina deberá dejar de ocuparse preferentemente en las actividades relacionadas con el conocimiento básico que tienen largo plazo de maduración y resultados económico-sociales locales muy pobres. Ella debería comenzar a favorecer la creación tecnológica y la ingeniería que aceleran el proceso de formación local de capital.

En el sector de las industrias de proceso, para realizar ese nuevo enfoque, Argentina cuenta con:

- una distribución bastante equilibrada de la producción entre empresas del Estado, empresas privadas nacionales y empresas privadas extranjeras que podría llevarse, sin grandes conflictos, hacia otras configuraciones de equilibrio si se considerasen más convenientes.

* Ing. J. Romagosa en una conferencia pronunciada en 1899. Citado por J. Babiní en "Breve historia de la Facultad de Ingeniería", *La Ingeniería*, Buenos Aires, agosto 1970, Año LXXII, N° 3 1011, pag. 31.

- una apreciable capacidad instalada para realizar ingeniería de detalle dentro y fuera de las empresas productoras. Esa actividad podría coordinarse, afianzarse y expandirse.
- una capacidad potencial para desarrollar las tecnologías que el país necesite en cuanto sus ingenieros y técnicos tengan posibilidades de trabajar establemente, con buena remuneración y con acceso a una fertilización cruzada interdisciplinaria por agrupación en institutos bien organizados.
- una incipiente industria de bienes de capital que necesita de protección aduanera adecuada y orientación conveniente del crédito para consolidarse y crecer.
- un agro que todavía no ha alcanzado ni en extensión ni en profundidad todo su potencial productivo y que, para hacerlo, necesita ante todo un cambio de mentalidad en su explotación.
- un mercado actual de 25 millones de personas, y probable de 35 millones en el año 2.000, que con una distribución más equitativa del ingreso podría consumir más satisfactores esenciales y reducir consiguientemente la producción de lo superfluo. Ello significaría una reorientación de los modelos de producción y por ende de uso de materias primas.
- un sistema de educación general y técnica que ha hecho de Argentina uno de los países de mayor alfabetización* de toda Latinoamérica. Este sistema necesita modernizarse y, simultáneamente, sensibilizarse frente a los problemas locales. La educación no puede limitarse a acumular y transmitir conocimientos universales yuxtapuestos, debe promover su utilización activa sin trabas psicológicas (temor a "quemarse") y sin espejismos deformantes (desconfianza en el adentro y esperanza volcada en el afuera). La educación, centrada hasta ahora en fines trascendentales y en ideas, debería comenzar a asumir responsabilidades frente a las instituciones reales e inmediatas, sin ligarse por ello a los intereses particulares que procuran impregnar esas instituciones y mantener en ellas configuraciones anacrónicas que los benefician.

* En 1960 en Argentina el 91,5% de la población sabía leer y escribir. Ese porcentaje solamente era superado en latinoamérica ese año, por Barbados, donde alcanzaba el 97,4%.

CAPITULO IV

LA INGENIERIA Y LA INDUSTRIA

DE PROCESOS EN ARGENTINA

APENDICE 1

ESTADISTICAS SOBRE GASTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

EN LAS INDUSTRIAS QUIMICAS ARGENTINAS

GUIA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS CONTENIDOS EN LAS SOLICITUDES DE DESGRA-
VACION IMPOSITIVA DE GASTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO.

1. El universo a analizar debería comprender todas las empresas que hubiesen presentado solicitudes de desgravación de gastos en I&D y que posean o manejen:
 - plantas químicas y petroquímicas
 - destilerías de petróleo.Debería incluirse pues todas aquellas empresas que en el rubro 17 del formulario 12 declaren las siguientes áreas de actividad, según el código establecido por la SUBCYT:
 - .3511 - fabricación de substancias químicas, industriales básicas, excepto abonos.
 - .3512 - fabricación de abonos y plaguicidas.
 - .3513 - fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales, excepto vidrio.
 - .3529 - fabricación de productos químicos no clasificados en otra parte
 - .3539 - refinerías de petróleo
 - .3540 - fabricación de productos diversos derivados del petróleo y del carbón
2. Habría que construir dos matrices de datos: una para el conjunto de n empresas determinado según el punto anterior y otra para el subconjunto integrado por las n^1 empresas del conjunto que declaren estar inscriptas en el Registro de Tecnología (rubro 11, formulario 12)
3. Tanto las n empresas del conjunto como las n^1 del subconjunto deberían dividirse en tres grandes grupos según el monto de facturación anual, incluyendo exportaciones, que hubiesen declarado en el rubro 51 del formulario 12, a saber:
 - empresas con más de 50 millones de pesos de facturación anual.
 - empresas con una facturación anual entre 10 y 50 millones de pesos.
 - empresas con menos de 10 millones de pesos de facturación anual.
4. Establecer la fecha de inscripción en el Registro de la Inspección General de Justicia (rubro 13 - formulario 12) de la empresa más antigua dentro de cada grupo formado según 3 y considerando el universo total analizado de n empresas.

5. Idem al anterior pero considerando el subconjunto de n^1 empresas inscriptas en el Registro de Tecnología.
6. Idem a 4, pero dando la fecha de inscripción de la empresa más reciente.
7. Idem a 5, pero considerando la empresa más reciente.
8. Tanto para el conjunto n como para el subconjunto de n^1 analizar los pagos por regalías y compras de patentes (rubro 55 - formulario 12) estableciendo:
 - total pagado por cada uno de los grupos de empresas formados según 3.
 - promedio para cada grupo.
 - monto máximo pagado por empresa en cada grupo.
 - monto mínimo pagado por empresa en cada grupo
9. Para el conjunto de n empresas analizadas, dar los gastos totales directos en Investigación y Desarrollo (rubro 57 - formulario 12), indicando:
 - total para cada grupo formado según 3.
 - promedio de cada grupo.
 - máximo y mínimo dentro de cada grupo.
10. Idem para el subconjunto de n^1 empresas inscriptas en el Registro de Tecnología.
11. Desgravación solicitada por cada grupo de empresas formadas según 3, dentro del conjunto total de n empresas (rubro 39 - columna 4 - formulario 12), dando:
 - total
 - promedio
 - máximo y mínimo.
12. Idem para cada grupo formado dentro del subconjunto n^1 empresas inscriptas en el Registro de Tecnología.
13. Impuesto a los Réditos devengados (rubro 56 - formulario 12) por cada grupo de empresas formado considerando el total n analizado. Dar como en los puntos anteriores, total por grupo, promedio por empresa en cada grupo y valores máximos y mínimos registrados en cada grupo.
14. Idem para el subconjunto n^1
15. Analizar el personal universitario y técnico dedicado a ID en el conjunto

de n empresas. Dar:

- Máxima antigüedad detectada en cada grupo formado según 3 (columna 3-formulario 14)*

- composición disciplinaria (columna 5- formulario 14) indicando para cada tipo de disciplina científica el número total de personas observadas en cada grupo formado según 3. Conviene, a los fines de este estudio, agrupar las disciplinas en la siguiente forma, respetando el código establecido por la SUBCYT:

- | | |
|--------------------------------|--|
| - 0704 - ingeniería química | - 0712 - ingeniería mecánica |
| - 0705 - ingeniería civil | - resto del grupo 07 - otras ingenierías |
| - 0710 - ingeniería industrial | - otras. |

16. Máximo y mínimo sueldo anual registrado en cada uno de los grupos formados con el conjunto de n empresas (columna 6 - formulario 14) *

17. Idem pero cada uno con los grupos formados en el subconjunto de n^1 empresas*

18. Estadística sobre proyectos presentados (rubro 19 - formulario 12) indicando:

- total de proyectos presentados y promedio por empresa en cada uno de los grupos formados con el conjunto de n empresas.
- idem en cada uno de los grupos formados con el subconjunto de n^1 empresas.
- número máximo y mínimo de proyectos presentados por empresa en cada uno de los grupos formados con el conjunto de n empresas.
- idem en los grupos formados con el subconjunto de n^1 empresas.

19. Composición de los proyectos presentados (rubro 604 - formulario 16). Dar la cantidad de proyectos presentados por cada grupo de n empresas divididos por tipo de acuerdo con el código de la SUBCYT.

1. Diseño de prototipos
2. Desarrollo de nuevos procesos
3. Utilización de materia prima no rutinaria.
4. Ingeniería de productos.
5. Operación de plantas piloto

* El departamento de información y estadística de la SECYT no procesó estos datos.

6. Ensayos no rutinarios

20. Idem para cada grupo formado con el subconjunto de n^1 empresas.

CARACTERISTICAS DE LAS EMPRESAS QUE SOLICITARON DESGRAVACION IMPOSITIVA DE GASTOS EN ID., DURANTE 1971, 1972 y/o 1973 CON AREAS DE ACTIVIDAD: 3511, 3512, 3513, 3529, 3530 y 3540 (relacionadas a "plantas químicas y petroquímicas" y "destilerías de petróleo").

Tramos de Facturación (en miles de \$)	Cantidad de Empresas	Año Inscripción Inspec. Gral. de Just.		Gastos Totales Directos en ID. (en miles de \$)				Desgravación Solicitada (en miles de \$)				Impuestos a los Réditos Devengados (en miles de \$)				Pago por Repalías (en miles de \$)							
		Más Antigua	Más Reciente	Cant. de Emp. con Inform.	Total	Promedio por Emp.	Valor Máximo	Valor Mínimo	Cant. de Emp. con Inform.	Total	Promedio por Emp.	Valor Máximo	Valor Mínimo	Cant. de Emp. con Inform.	Total	Promedio por Emp.	Valor Máximo	Valor Mínimo	Cant. de Emp. con Inform.	Total	Promedio por Emp.	Valor Máximo	Valor Mínimo
TOTAL	57	1895	1970	57	51.011	895	10.576	0	56	50.119	895	14.983	42	56	99.026	1.768	17.125	0	56	30.002	536	4.060	0
Más de 50.000	24	1911 ⁽¹⁾	1968	24	39.395	1.641	10.576	0	24	41.570	1.732	14.983	68	24	91.319	3.805	17.125	0	23	27.436	1.193	4.060	0
De 10.001 a 50.000	23	1895 ⁽²⁾	1970	23	10.560	459	3.389	42	22	7.078	322	4.182	42	23	7.099	309	1.018	0	23	2.041	89	907	0
Hasta 10.000	10	1937 ⁽³⁾	1970	10	1.056	106	244	0	10	1.471	147	268	63	9	608	68	345	0	10	525	53	450	0

(1) Se tienen 2 empresas sin información.

(2) Se tienen 3 empresas sin información.

(3) Se tienen 3 empresas sin información.

FUENTE: SECYT - Departamento de Información y Estadística - Elaboración Propia a partir de los certificados de solicitud de desgravación - presentados hasta Julio de 1974.

CARACTERÍSTICAS DE LAS EMPRESAS INSCRIPTAS EN EL REGISTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA QUE SOLICITARON DESGRAVACION IMPOSITIVA DE GASTOS EN ID., DURANTE 1971, 1972 y/o 1973 CON AREAS DE ACTIVIDAD: 3511, 3512, 3513, 3529, 3530 y 3540 (relacionadas a "plantas químicas y petroquímicas" y "destilerías de petróleo").

Tramos de Facturación (en miles de \$)	Cantidad de Empresas	Año Inscripción Inspecc. Gral. de Just.		Gastos Totales Directos en ID. (en miles de \$)				Desgravación Solicitada (en miles de \$)				Impuestos a los Réditos Devengados (en miles de \$)				Pago por Regalías (en miles de \$)							
		Más Antigua	Más Reciente	Cant. de Emp. con Inform.	Total	Promedio por Emp.	Valor Máximo	Valor Mínimo	Cant. de Emp. con Inform.	Total	Promedio por Emp.	Valor Máximo	Valor Mínimo	Cant. de Emp. con Inform.	Total	Promedio por Emp.	Valor Máximo	Valor Mínimo	Cant. de Emp. con Inform.	Total	Promedio por Emp.	Valor Máximo	Valor Mínimo
TOTAL	18	1929 ⁽¹⁾	1964	18	26.536	1.474	10.576	0	18	28.629	1.591	14.983	68	17	61.108	3.595	17.125	0	17	21.941	1.291	4.060	0
Más de 50.000	15	1929 ⁽¹⁾	1961	15	25.918	1.728	10.576	190.	15	27.210	1.814	14.983	68	15	60.466	4.031	17.125	0	14	21.637	1.546	4.060	0
De 10.001 a 50.000	2	1942	1953	2	618	309	422	196	2	1.151	576	678	473	2	640	320	437	203	2	229	115	136	93
Hasta 10.000	1 ⁽²⁾	1964	1964	1	0	0	0	0	1	268	268	268	268	-	-	-	-	-	1	75	75	75	75

(1) Se tiene 1 empresa sin información.

(2) Dentro de este tramo de facturación, se tiene una empresa sin información sobre inscripción en el Registro Nacional de Tecnología.

FUENTE: SECYT - Departamento de Información y Estadística - Elaboración Propia a partir de los certificados de solicitud de desgravación - presentados hasta Julio de 1974.

CARACTERISTICAS DEL PERSONAL UNIVERSITARIO Y TECNICO Y DE LOS PROYECTOS PRESENTADOS POR LAS EMPRESAS QUE SOLICITARON DESGRAVACION IMPOSITIVA DE GASTOS EN ID., DURANTE 1971, 1972, y/o 1973 CON AREAS DE ACTIVIDAD: 3511, 3512, 3513, 3529, 3530 y 3540 (relacionadas a "plantas químicas y petroquímicas" y "destilerías de petróleo").

Tramos de Facturación (en miles de \$)	Cantidad de Empresas Con Inform.	Personal Universitario y Tecnico Dedicado a ID.									Proyectos Presentados												
		Total	Disciplina Científica							Total	Promedio por Empresas	Cantidad Máxima	Cantidad Mínima	Composición por Tipo									
			0704	0705	0710	0712	otros 07	otras D.C.	Sin Inform.					1	2	3	4	5	6	Combinación de:		Sin Inform.	
																				dos	tres		
TOTAL	57	1.180	218	14	48	139	214	535	12	405	7,1	87	1	46	162	28	50	14	51	21	11	22	
Más de 50.000	24	922	182	12	41	127	179	381	0	272	11,3	87	1	19	125	21	31	10	44	14	3	5	
De 10.001 a 50.000	23	209	27	1	7	9	26	134	5	112	4,9	24	1	22	29	6	18	3	3	7	8	16	
Pasta 10.000	10	49	9	1	0	3	9	20	7	21	2,1	4	1	5	8	1	1	1	4	-	-	1	

FUENTE: SECYT - Departamento de Información y Estadística - Elaboración Propia a partir de los certificados de solicitud de desgravación - presentados hasta Julio de 1974.

CARACTERISTICAS DEL PERSONAL UNIVERSITARIO Y TECNICO Y DE LOS PROYECTOS PRESENTADOS POR LAS EMPRESAS INSCRIPTAS EN EL REGISTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA QUE SOLICITARON DESGRAVACION IMPOSITIVA DE GASTOS EN I.D., DURANTE 1971, 1972 y/o 1973 CON AREAS DE ACTIVIDAD: 3511, 3512, 3513, 3529, 3530 y 3540 (relacionadas a "plantas químicas y petroquímicas" y "destilerías de petróleo").

Tramos de Facturación (en miles de \$)	Cantidad de Empresas Con Inform.	Personal Universitario y Tecnico Dedicado a ID.									Proyectos Presentados											
		Total	Disciplina Científica							Total	Promedio por Empresa	Cantidad Máxima	Cantidad Mínima	Composición por						Tipo		
			0704	0705	0710	0712	otros 07	otras D.C.	Sin Inform.					1	2	3	4	5	6	Combinación de:		
																				dos	tres	Sin Inform.
TOTAL	18	775	141	12	39	119	153	304	7	192	10,7	87	1	9	89	15	18	8	37	9	-	7
Más de 50.000	15	742	138	12	38	117	149	288	-	184	12,3	87	1	6	88	15	18	7	37	9	-	4
De 10.001 a 50.000	2	26	3	0	1	2	4	16	-	4	2	3	1	-	-	-	-	1	-	-	-	3
Hasta 10.000	1	4	-	-	-	-	-	-	7	4	4	4	4	3	1	-	-	-	-	-	-	-

FUENTE: SECTY - Departamento de Información y Estadística - Elaboración Propia a partir de los certificados de solicitud de desgravación - presentados hasta Julio de 1974.

SUBCYT Emp. Industriales Ley de Réditos (L. o. 1972) Art. 84		SOLICITUD DE CERTIFICADO DE DESGRAVACION		Expediente N°	1. Empresa N°.
Ejercicio a desgravar				3. Fecha de presentación	
4. del		5. al			

DATOS RELATIVOS A LA EMPRESA

6. Razón Social			7. Domicilio completo		
8. Localidad	9. Provincia	10. T.E.	11. N° Inscrip. Registro de Tecnología		
12. Forma Jurídica	13. Fecha y N° Inscrip. Inspec. General de Justicia			14. N° DGI. (Réditos)	
15. N° R.N.P.A. Industriales	16. Inscripción R. P. Comercio			17. Areas de Actividad	
18. Responsable de ID en la Empresa			19. Proyectos presentados		

CUADRO RESUMEN DE LA DESGRAVACION SOLICITADA

20	1. Pro- yecto N°	Desgravación solicitada (pesos)			Desgravación total del proyecto (pesos)		
		2. Personal directamente afectado	3. 50% Inversión desgravable	4. TOTAL	5. Personal directamente afectado	6. 50% Inversión desgravable	7. TOTAL
21							
22							
23							
24							
25							
26							
39	Total \$						

DECLARACION JURADA DEL RESPONSABLE LEGAL DE LA EMPRESA

40. En mi carácter de de (nombre de la Empresa), declaro bajo juramento que esta presentación, incluyendo todos sus anexos y adjuntos, es completa y se ajusta a la verdad, según mi leal saber y entender.			
41. Apellido y Nombres	42. L.E. o L.C. N°	43. Firma	44. Fecha

RESERVADO SUBCYT

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Apellido y Nombres	Título Profesional	Antigüedad en la Empresa (en años)	% de dedicación a ID	Principal disciplina científica	Sueldo Anual (\$)
401					
402					
403					
404					
405					
406					
407					
408					
409					
410					
411					
412					
413					
414					
415					
416					
417					
418					
419					
420					

44. Fecha	43. Firma	41. Apellido y Nombres	Hoja de pág.
-----------	-----------	------------------------	--------------

--	--	--	--	--	--

SUBCYT Emp. Industriales Ley de Reditos (t.o. 1972) Art. 84	PRESENTACION DEL PROYECTO		1. PRESENTACION Nº	2. PROYECTO Nº

IDENTIFICACION DEL PROYECTO		
603. Título		
604. Tipificación	605. Areas Industriales	606. Disciplinas Científicas

PRINCIPAL LUGAR DE REALIZACION DEL PROYECTO		
607. Denominación		608. Dirección
609. Localidad	610. Provincia	611. Región de desarrollo

BREVE DESCRIPCION DE LOS OBJETIVOS Y DEL PLAN DE TAREAS 612.

CERTIFICACION RESPONSABLE ID EN LA EMPRESA		
613. En mi carácter de principal responsable de Investigación y Desarrollo en (nombre de la Empresa) declaro bajo juramento que esta presentación, incluyendo to- dos sus anexos y adjuntos, es completa y se ajusta a la verdad, según mi leal saber y entender.		
614. Fecha	615. Firma	18. Apellido y Nombres

41. Apellido y Nombres	43. Firma	44. Fecha
------------------------	-----------	-----------

RESERVADO SUBCYT					

621.Fecha de iniciación

--	--	--

622.Fecha de terminación

--	--	--

623.Estado actual

--

RESERVADO SUBCYT

--	--	--	--	--	--

RESERVADO SUBCYT

--	--	--	--	--	--

<p>SUBCYT Emp. Industriales Ley de Créditos (l.o. 1972) Art. 84</p>	<p>ANTECEDENTES DEL RESPONSABLE DE INVESTIGACION Y DESARROLLO</p>	<p>1-Nº DE PRESENTACION</p>
---	---	-----------------------------

300-

41,Apellido y Nombres	43,Firma	44,Fecha
-----------------------	----------	----------

RESERVADO SUBCYT

--	--	--	--	--	--

JUSTIFICACION DE LA TIPIFICACION

625.

JUSTIFICACION DEL PROYECTO

630.

41. Apellido y Nombres

43. Firma

44. Fecha

RESERVADO SUBCYT

MESES - HOMBRE DEL PERSONAL DIRECTAMENTE AFECTADO AL PROYECTO

		EJERCICIOS			4.	5.
631	del al	1.	2.	3.	RESTO DEL PROYECTO	TOTAL DEL PROYECTO
632	Universitario					
633	Técnico					
634	Otros Empleados					
635	Operarios					
636	Total					
637	Universitario					
638	Técnico					
639	Otros Empleados					
640	Operarios					
641	Total					
642	Universitario					
643	Técnico					
644	Otros Empleados					
645	Operario					
646	Total					

RESERVADO SUBCYT

--	--	--	--	--	--

PRESENTACION DEL PROYECTO

1. PRESENTACION N  2. PROYECTO N 

GASTOS DEL PERSONAL DIRECTAMENTE AFECTADO AL PROYECTO

647	EJERCICIOS FISCALES						5. RESTO del PROYECTO	6. TOTAL del PROYECTO
	Desde	1.	2.	3.	4.			
	Hasta							
PERSONAL PROPIO	648	Universitario						
	649	Técnico						
	650	Otros Empleados						
	651	Operarios						
	652	Total						
PERSONAL DE TERCEROS O CONTRATADOS	653	Universitario						
	654	Técnico						
	655	Otros Empleados						
	656	Operarios						
	657	Total						
TOTAL	658	Universitario						
	659	Técnico						
	660	Otros Empleados						
	661	Operarios						
	662	TOTAL						

44. Fecha

43. Firma

41. Apellido y Nombres

INVERSIONES DEL PROYECTO EN BIENES AMORTIZABLES DE ACTIVO FIJO (EXCEPTO TERRENOS Y RODADOS) (EN PESOS)

1. CANTIDAD	2. DESCRIPCION	EJERCICIOS FISCALES						7. RESTO del PROYECTO	8. RESTO del PROYECTO		
		3.		4.		5.				6.	
		Hasta	Desde								
664											
665											
666											
667											
668											
669											
670											
671											
672											
673											
674											
675											
676											
677											

CAPITULO V

LA INGENIERIA Y LA INDUSTRIA DE

PROCESOS EN MEXICO

I.

Igual que la tuna.
Igual que la serpiente-pá-
jaro.

Los arrastra y espina
la razón del otro.
Son cogollo y vuelan
por el sentimiento propio.

(de un poema que me inspira
ra mi experiencia mexicana).

CONSIDERACIONES GENERALES E HISTORICAS

Un mes de contactos con la ingeniería y la industria de procesos mexicanas no puede aportar la misma riqueza vivencial que veinte años de trabajo han permitido recoger en Argentina.

Es la debilidad propia del experto extranjero: no se puede, en un corto lapso, adquirir una visión de los problemas nacionales con la misma intensidad y precisión con que pueden hacerlo quienes han sentido y pensado esos problemas toda una vida.

Pero la situación presenta también un punto fuerte: al sentirse menos comprometido con la realidad, al estar menos envuelto en ella y menos atrapado por ella, el experto extranjero puede alcanzar, en algunos aspectos, una visión más objetiva, menos apasionada. Pero tendrá que apoyarse siempre en el conocimiento y las vivencias de aquellos para quienes el respectivo problema fue una cuestión existencial.

La industria de procesos mexicana es más vieja que la argentina, como que sus culturas precolombinas ya manejaban algunos procedimientos químicos o físico-químicos. Cuando América se revela a la Europa del siglo XVI, la cultura mexicana, que señoreaba en México desde el legendario Tenochtitlan, ya había heredado de otras culturas igualmente importantes, como la olmeca (1200 a 500 AC) la teotihuacana (1 a 900 DC) y la maya (que aún subsistía en el Yucatán), elementos científicos y tecnológicos tan importantes como:

- la numeración por posición, con uso del cero.
- la medición astronómica del tiempo.
- la construcción de grandes edificios con piedra y madera.
- el tejido y el teñido de algodón.

Además habían desarrollado una escritura, una historia, una literatura y una filosofía.*

Cuando las tribus indígenas de las pampas húmedas y de la Patagonia argentinas, no habían salido todavía del nomadismo, se reunían en Tenochtitlan más de -

* D. Cosío Villegas y otros - *Historia Mínima de México* - El Colegio de México 1974, pág. 40.

80.000 habitantes. En ese momento (1500 DC), sólo cuatro ciudades europeas (París, Nápoles, Venecia y Milán) sobrepasaban apenas los 100.000 habitantes y ninguna ciudad española llegaba a ese número. Sevilla, entonces la más grande, tenía 45.000.*

México hacía tiempo que había pasado del estado rural al urbano. Ya en 1500 AC la economía agrícola estaba consolidada y el hombre mesoamericano era un agricultor permanente que vivía en aldeas, a veces merecedoras de llamarse pueblos.**

Ese mundo rural comienza, alrededor de mil años antes de Cristo, a transformarse en urbano en la zona de la costa del golfo de México, donde sobre 18.000 Km² vivían unas 350.000 personas.*** El proceso de urbanización se consolida en Teotihuacan que, alrededor del año 500 de nuestra era, tenía unos 200.000 habitantes, cuando en toda Europa, con la excepción de Constantinopla, ninguna ciudad sobrepasaba los 20.000.****

Estas culturas utilizaban el cloruro de sodio que extraían del mar y de yacimientos terrestres. Preparaban cal a partir de la piedra caliza (carbonato de calcio) y usaban como detergentes las saponinas contenidas en la raíz del maguey y en otras plantas. Además obtenían edulcorantes de la caña del maíz y del maguey, tintes rojos de la cochinilla y tintes azules del añil.***** Los mexicas trabajaban el oro, la plata y el cobre nativos y habían desarrollado cuatro aleaciones diferentes.*****

Con la excepción de las tribus del noroeste, ligadas a la cultura incaica, los indígenas argentinos en el momento de la conquista no reconocían muchos límites a su libertad. En cambio el hombre mexicano ya había pasado por muchos siglos de represión de su vida instintiva para construir culturas colosales que terminaron sometiendo a regímenes teocrático-militares que se mantenían con absoluto desprecio por la vida psíquica y física de las masas subyugadas.*****

* ibid, pág. 34

** ibid, pág. 11

*** ibid, pág. 13 y 14

**** ibid, pág. 25

***** Enrique G. León López. *La Ingeniería en México*, Secretaría de Educación Pública, México, 1974, págs 111 y 112.

***** Ibid, pág. 114.

***** Resulta curioso observar cómo algunas relaciones de sometimiento y subordinación se siguen manteniendo inconscientemente en el lenguaje. El mexicano frente a una pregunta o indicación que no ha escuchado bien o no ha comprendido correctamente, no interroga, a su vez, con un "Que desea Ud.?", "qué pasa?" o "cómo decía", sino que responde con un "mande?"

En Argentina las tecnologías del conquistador no venían a reemplazar nada. En México, en cambio, sustituyeron muchas tecnologías pre-existentes, en parte destruyéndolas, y en parte asimilándolas e incorporándolas a las propias.

La conquista, constituye una típica experiencia de empresa privada organizada con fondos de particulares que luego procuraron resarcirse de sus gastos y trabajos, a cualquier precio, a costa de los indígenas. Ella muestra hasta dónde puede llegar una funcionalidad irrestricta de la propiedad. Los indígenas mexicanos dejan de ser sacrificados en los altares de Huitzilopochtli y empiezan a morir como moscas en las minas o destilando mercurio para recuperar la plata amalgamada.

En Argentina se instituye principalmente una economía de subsistencia, basada en la fertilidad natural de sus pampas húmedas. Se forma un puerto que contrabandea con portugueses e ingleses se organizan unos pocos núcleos urbanos, en las zonas serranas y cordilleranas, vinculados social y económicamente al Perú.

En México el urbanismo y la riqueza minera hacen aparecer formas económicas más complejas. La hacienda por ejemplo destinada a abastecer de alimentos los núcleos urbanos y las explotaciones mineras. Fábricas textiles, minas y haciendas introducen, desde los primeros tiempos de la Colonia, formas de explotación llamadas "modernas", tales como el trabajo de negros esclavos, la retención de los trabajadores "libres" mediante salarios que los obligaban a endeudarse de por vida con el patrón o la obligación de surtirse de víveres y otros productos en las proveedurías de las empresas*

En el lejano puerto sureño y en la Capital de la Nueva España surgen poderosos grupos de comerciantes. Ellos eran los únicos capaces de invertir el capital necesario para comprar los lotes de mercaderías que llegaban muy de vez en cuando, y se vendía, poco a poco, durante el resto del tiempo. Esos intereses

* Argentina conocerá estas dos últimas formas de explotación con intensidad más adelante, cuando después de su organización nacional comienza a conquistar el espacio físico por medio de ingenios, obrajes y explotaciones agropecuarias sistemáticas. A medida que en ambos países la modernización y la industrialización avanzan, el proletariado pasará a soportar otras formas de endeudamiento de por vida que le impiden escapar a la enajenación total de su tiempo. Esas nuevas formas están ligadas a las exigencias del consumo masivo y la posesión de cosas.

se habrán de oponer intensamente más adelante, ya durante la vida independiente - de ambos países, a todo intento de sustituir sus negocios con el exterior por la - producción local de satisfactores. Pero en México se hará fuerte también una contraparte que alentará el desarrollo industrial local sobre el que basa su poderío - y sus privilegios. Por eso mientras Buenos Aires se proyecta desde temprano hacia Europa, descuidando su interior, la clase pudiente mexicana a fines de la colonia y los comienzos de la vida independiente querrá enquistarse y formar realmente una nueva España en América, resistiendo tenazmente las corrientes que desde su vecino norteño tendían, en forma muy compleja, a aspirarla aportando muchos elementos destructivos junto a algunos renovadores.

Cuando Juárez quiere imponer un esquema de crecimiento y organización basado sobre las ideas liberales en boga en aquel momento, tropezará con los objetivos de ese vecino grande que es liberal hacia adentro, pero dirigista hacia afuera y con la mentalidad todavía feudal de los intereses locales.

En cambio la generación argentina de Alberdi, Mitre y Sarmiento podrá adaptar bien a las condiciones locales un proyecto basado en el dejar hacer y en la división internacional del trabajo entre países industrializados y países proveedores de alimentos para los hombres y las máquinas de los otros. Ese proyecto no hace sino incrementar la velocidad de centrifugación de una Argentina que, desde mucho antes, venía, acumulando riqueza en el Litoral y vaciando el interior. Siguiéndolo, el país se moderniza mucho, pero se industrializa poco: Hasta que las propias fuerzas que el crecimiento engendra entran en contradicción con el esquema. Este se mantiene "liberal" solo para con ciertos intereses y asume formas represivas diversas para con el resto buscando la "conservación" de las viejas estructuras.

El crecimiento y la modernización mexicanos recorrerán otras vías: las del porfiriato típica y benigna expresión de despotismo vernáculo. La destrucción acumulada a lo largo de las guerras de la independencia, las luchas de la reforma y las intervenciones extranjeras (Francia y Estados Unidos) había alcanzado valores tan grandes que ese crecimiento y esa modernización, se hicieron con dificultad.

En 1910, cuando el porfiriato estaba por terminar, Argentina tenía un ingreso per cápita próximo a los 300 dólares * cifra que México recién alcanzaría cincuenta - años después**. Buenos Aires, estaba construyendo en ese entonces sus primeros subterráneos,; México los inaugura sesenta años más tarde.

Ninguno de los dos crecimientos nacionales fue sostenido por un proceso interno de formación de capitales locales y de generación y utilización adecuada de conocimientos necesarios para el sistema productivo. Tampoco promovieron el pleno empleo, el acceso igualitario a los satisfactores de las necesidades del existir y la distribución equitativa de la riqueza generada.

Las tensiones acumuladas estallaron en la revolución mexicana y sólo se aplacaron en ese país en 1929 con la fundación de un partido político oficial que comenzó a canalizar pacíficamente la búsqueda, aún inconclusa, de un proyecto nacional de desarrollo, adaptado al hombre y a la geografía mexicanos y compatible con la coyuntura mundial.

En ese mismo momento, Argentina entró en un período de agitación que se traduciría en una serie de golpes militares. La inercia de crecimiento es, sin embargo, tan fuerte, que la inestabilidad conseguirá disminuir su ritmo, pero no anularlo. Con fuertes oscilaciones, el país argentino busca también un proyecto adecuado y conveniente a las nuevas configuraciones internas y externas.

Desde entonces, en ambos países, el Estado asume con más fuerza la regulación y el control de los sistemas nacionales e irrumpe como actor en el proceso productivo.

En ninguno de los dos han desaparecido las tensiones. Se van metamorfoseando a medida que la lucha por una sociedad igualitaria, libertaria y fraterna va modificando las situaciones. Esas tensiones están apenas atenuadas, en México, por la estabilidad política y económica de los últimos cuarenta años y en Argentina, por la gran riqueza acumulada.

* En base a datos de CEPAL contenidos en el trabajo de N. González y R. Tomasini *Introducción al estudio del ingreso Nacional*, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1961, pág. 17. Los valores en pesos moneda nacional del año 1950 se pasaron a dólares a razón de 10 \$ m/n de ese entonces por cada dólar.

** Según cifras del Banco de México, contenidas en un trabajo de la Asociación Nacional de la Industria Química. A.C. *La industria química Mexicana en 1968*, pág. 3, el producto bruto por habitante en 1960 llegaba a 4.413 pesos mexicanos corrientes que a razón de 12,50 pesos por dólar representaba 353 dólares per cápita.

En cuanto uno aplica bien el oído puede percibir en México un cierto desprecio por las clases populares, acusadas de perezosas, mentalmente lerdas y demasiado afectas al alcohol.

Se olvida, deliberada o inconscientemente, que ese mexicano descende de los constructores de pirámides que respetaban las leyes de la perspectiva; de los que edificaban palacios con paredes estucadas revestidas de murales; de aquellos que supieron organizar un calendario que sólo se diferenciaba del actual en 2/10.000 de día*; que conocían las matemáticas; que diseñaban caminos recubiertos de cal y acueductos.

No se piensa, o no se quiere pensar, que la indolencia y el alcohol, como la coca en otros lugares, pueden ser la única respuesta, muchas veces inducida, capaz de permitir la adaptación a condiciones de vida inhumanas. Indolencia es la apatía o la desidia que consigue que las situaciones dejen de doler, sobre todo cuando vienen doliendo desde hace mucho tiempo, desde cuando los hijos de los nobles mexicanos podían alcanzar los puestos elevados pasando por el Calmecac, mientras el hijo del macegual debía conformarse con la pequeña cultura de las escuelas tribales**; desde cuando los jerarcas de la conquista se convirtieron en señores de América, mientras su tropas volvieron a ejercer aquí los humildes oficios de sus padres españoles, rumiando la desigual distribución de los beneficios de una empresa en la que se habían jugado la vida.***

Escuchando con atención se pueden recoger también muchas ondas de orgullo indómito e irrazonado que vienen desde abajo. Parecería renacer el mismo orgullo ancestral que llevó a los aztecas a creer que Huitzilopochtli los haría señores, reyes de cuanto hubiera por doquier, con innumerables vasallos que les pagarían tributo.****

El mismo orgullo que hizo que se comieran las serpientes de Tizapan, que deberían haberlos devorado a ellos para satisfacción de sus entonces opresores toltecas.*****

* Mousnier, R., *Historia General de las Civilizaciones*, Ediciones Destino, Barcelona, 1959, Vol. IV, pág. 431.

** Cosío Villegas, D., obra citada, pág. 40

*** Ibid, pág. 49.

**** Ibid, pág. 32.

***** Ibid, pág. 31

Y al mismo tiempo, codo con codo con la altivez, no resulta difícil percibir el espíritu de la Malinche.*

Entre tantos mensajes superpuestos, ruidosos algunos, sutiles otros, se detectan también puntos de irradiación serenos, maduros, que están tratando de realizar una síntesis capaz de combinar en proporciones adecuadas lo atávico interno con la modalidad externa. Están buscando un equilibrio entre lo lúdico gratuito y la eficiencia del quehacer.

Estos elementos planificadores progresistas siguen comprimidos entre el egoísmo de los de arriba, que después de la fractura revolucionaria reiniciaron el proceso de acumulación posesiva, y la angustia desesperanzada de los de abajo, que no tienen aún ni lo más elemental para cubrirse y alimentarse.**

La vecindad de uno de los polos superindustrializados del mundo no hace sino ahondar los desequilibrios y las contradicciones. En tecnología, por ejemplo, favorece los flujos longitudinales, pero al mismo tiempo, cuando la emulación razonada consigue superar la dependencia, las unidades creativas y productivas del coloso están al alcance de la mano para aprender, rápida y directamente, cómo se hacen algunas cosas que pueden ser útiles para el desarrollo mexicano.

* India azteca que fuera intérprete consejera y amante de Hernán Cortés. Desde ese entonces, su nombre ha quedado como sinónimo de las alianzas espurias entre lo autóctono y lo extranjero.

** Para tener una dimensión de los contrastes son suficientes unas pocas experiencias y no por cierto de las más difíciles y arriesgadas. Visitar, por ejemplo, una unidad hotelera como la de Cocoyoc con departamentos dotados cada uno de ellos de una alberca privada con aguas templadas además de un baño a todo confort. Como contraparte viajar en tranvía desde el centro de México a Xochimilco o cruzar en ómnibus el Yucatán.

CONDICIONES EN QUE SE EFECTUO EL CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA DE PROCESOS MEXICANA

A partir de 1929, como dijimos, México comienza a pacificarse y entra en un proceso de crecimiento continuamente desgastado por el crecimiento explosivo y simultáneo de su población.

Entre 1960 y 1968, su producto nacional bruto se incrementa 2,17 veces a valores corrientes, pero ese mismo producto, considerado per cápita, apenas sube 1,6 veces porque en ese mismo lapso la población ha crecido 1,35 veces.*

En un período muy próximo al anterior (1960-1970) Argentina aumenta su población sólo en 1,16 veces y su producto bruto per cápita en 1,7 veces.**

México y Argentina difieren poco en población en 1937 (18,7 y 14,1 millones de habitantes respectivamente), pero en 34 años se distancian considerablemente porque el primero llega a 50,8 millones mientras que la segunda sube sólo a 23,7.***

En 1940, después de más de un siglo de guerras externas y civiles y de inestabilidad política permanente, cuando apenas empieza a sentar las bases de su crecimiento propio, México ya encuentra más población en su territorio que Argentina después de más de 80 años de organización institucional y económica alrededor de un proyecto adaptado a la coyuntura internacional y a la configuración histórica de un país europeizado**** desde la época de la colonia española.

En México la cultura conservadora de la España medieval pesó mucho más que en Argentina y no dejó permear la visión retrógrada de las relaciones interpersonales por las corrientes modernas de pensamiento. En parte, como reacción a la intromisión directa de dos grandes potencias (EE.UU. y Francia), cuya clase intelectual, de científicos y humanistas liberales, se admiraba,

* ANIQ. *La industria química mexicana en 1968*, pag. 3.

** OECEI, Argentina económica y social, Buenos Aires, 1973, pags. 106 y 108.

*** ibid.

****Al decir europeizado estoy pensando en las potencias industrializadas del viejo mundo, especialmente Francia e Inglaterra, y excluyendo España y Portugal, que aunque conquistaron y colonizaron Argentina, no dejaron en ella una huella tan profunda como en otros países de América Latina.

pero cuya política externa, injusta y dirigista, en defensa de sus intereses económicos, se hacía sentir pesadamente. Además, durante todo el período de las grandes migraciones europeas (1820-1930) hacia América, el clima de tranquilidad política y económica reinante en México hizo que los emigrantes prefirieran radicarse en Canadá, EE.UU., Argentina y Brasil.*

México está tomando conciencia de los inconvenientes que presenta un cuerpo social gigantesco y desproporcionado frente a sus recursos y sin embargo le sigue siendo difícil atacar el problema del control de su población. Mientras tanto, entre la explosión de vida de los de abajo que nada tienen y la explosión del consumo de los pocos que tienen mucho, México arrastra su drama.**

* Harms, H., *Geografía Universal*, Ateneo, Buenos Aires, 1969, vol. 5, pag.144

** No resulta sencillo desmontar las trampas y barreras levantadas por los intereses que buscan mano de obra barata y carne de cañón abundante. Sin embargo las masas parecerían reaccionar rápida y favorablemente a la diferenciación entre el placer asociado a la recreación y la relación sexual y la responsabilidad implícita en la reproducción, en cuanto se las provee de los conocimientos adecuados y se las ayuda a liberarse de tabúes ancestrales. Les basta a veces con saber leer y escribir para luchar contra una escolaridad embaucadora y captar, por sí mismas, a veces deformadas por una divulgación barata, elementos útiles para un mejor ordenamiento y aprovechamiento de sus vidas. Los países con pocos analfabetos suelen tener también bajos índices de crecimiento poblacional, como puede verse por algunos ejemplos latinoamericanos. Se incluye Haití como caso opuesto: en él el índice de crecimiento demográfico baja por la incidencia de factores negativos, como la mortalidad general e infantil, originadas precisamente en el atraso, la ignorancia y la miseria.

	ARGENTINA	BARBADOS	URUGUAY	BRASIL	MEXICO	NICARAGUA	HAITI
alfabetismo	91,5	97,4	90,5	69,6	77,5	49,8	10,5
crecimiento población 60/69 %	1,6	1,0	1,3	3,2	3,5	3,4	2,0
tasa mortalidad general (1967)%	8,7	8,2	9,5	11,8	9,6	16,7	16,9
tasa mortalidad infantil (1967)%o.	58,3	46,0	50,1	93,3	64,3	55,4	146,5
esperanza de vida 1965/70	67,0	69,0	69,2	57,0	61,1	49,9	47,5

Fuente: BID - Progreso Socio-económico en América Latina - Fondo Fiduciario de Progreso Social - Noveno Informe anual 1969 - Washington 1970.

En 1963, el 5% más rico de la población mexicana acaparaba el 38,3% del ingreso, mientras que el 50% más pobre sólo se repartía el 15,7% del mismo. En estos últimos, el ingreso medio mensual oscilaba entre 25 y 59 dólares por familia, mientras que en los primeros llegaba a 986.* Unos no tienen recursos suficientes para adquirir vivienda, alimentación y vestidos convenientes, mientras que muchas estructuras industriales se han montado solamente para satisfacer los deseos superfluos de las capas de mayores recursos.

Sólo un 38,1% de una muestra de empresas dedicada a la producción de bienes de consumo duradero y 27,2% de una muestra similar, productora de bienes de consumo no duraderos, aprovechaba, en 1970, más del 75% de su capacidad instalada. Cuando en ese mismo muestreo se indagó sobre las causas de desaprovechamiento, el 68,9% de las respuestas indicaron, de una u otra forma, que se había sobrevalorado la capacidad del mercado.**

En 1911 el 80% de los mexicanos vivía de la actividad agropecuaria, pero el 95% de esa población rural no poseía ni la más pequeña parcela.***

A partir de ese entonces 66 millones de Has., del total de 95 millones formado por las praderas naturales y las tierras cultivables****, fueron distribuidos entre 2,5 millones de campesinos, lo que da un promedio de alrededor de 26 Hás. por unidad.

"Buena parte (de esas tierras) requieren la inversión de grandes sumas de dinero para que les resulte aprovechable a los campesinos que las reciben.**** Sin embargo, en líneas generales, la inversión pública en obras de riego y caminos y el crédito beneficiaron preferentemente a las explotaciones agrícolas privadas remanentes, las que, en esas condiciones y por su mayor tamaño, pudieron aplicar métodos modernos para aumentar la productividad de las tierras.

* *El perfil de México en 1980*, Siglo XXI, México, 1970, pág. 37.

** Ramírez Rancaño, M., Obra citada, Pags. 184 y sig.

*** Harms, H., Obra citada, Vol. 5, pag. 142.

**** Ibid, pág. 154

***** Revista Mensual del Banco de Londres y América del Sud - Buenos Aires - Octubre, 1969, Vol. VI, N° 94, pág. 665. (El agregado entre paréntesis me pertenece).

Reynolds *, considera que la política agrícola después de 1910, pero especialmente después de 1940, fue dual. Por un lado, a través de los pequeños ejidos inalienables, aseguró la subsistencia a niveles misérrimos de grandes masas campesinas y, por el otro, aumentó la disponibilidad de alimentos y cultivos industriales para sus centros urbanos y para la exportación, subsidiando, indirectamente, por las obras de infraestructura, las propiedades medias y grandes y favoreciéndolas directamente con créditos generosos. Yo diría que en realidad fue un juego triangular pues, como se desprende de la lectura de la misma obra de Reynolds, también se organizaron ejidos colectivos que, aplicando tecnologías avanzadas, compitieron en productividad con las mejores empresas rurales.

De los tres enfoques políticos, el de la colonización colectiva o de cooperativas agrarias fue el más débil de todos y el que primero se frenó, mientras que el de los minifundios privados se fue desvirtuando lentamente por la presión de los intereses que controlaban el capital agrario y que manejaban los canales de comercialización de la riqueza agrícola.

Sin apoyo público, ni en obra de infraestructura, ni en créditos, ni en educación conveniente, los ejidos van quedando más como una especie de seguro para el campesino que, cuando no encuentra trabajo en las explotaciones agrícolas comerciales o en las fábricas, puede volver a su propia parcela de tierra. El arrendamiento de las tierras ejidales y la explotación de las mismas en sociedad, aunque prohibidas por la ley, son prácticas vigentes, ya que los campesinos, cuando trabajan en otra parte, encuentran la forma de eludir las disposiciones legales para no dejar la tierra ociosa.**

Al asegurar la subsistencia a nivel mínimo de vastos sectores campesinos fijándolos en cierta medida a la tierra y al conseguir una provisión regular de alimentos a los núcleos urbanos por medio de las explotaciones agrícolas co-

* Reynolds, Clark W., obra citada, pág. 166 y sig.

** ibid, nota a pie de página 185.

merciales, el costo de la vida no ha sufrido incrementos muy fuertes.* Reynolds destaca la rareza en el medio latinoamericano del equilibrio alcanzado en México entre su desarrollo agrícola y su desarrollo industrial.** Un equilibrio logrado a costa de una gran masa pauperizada que finalmente significa un mercado interno limitado y un ejército de mano de obra ultra barata en permanente disponibilidad para el sector agrícola empresarial y para la industria. Estos pueden realizar así grandes beneficios con sólo responder a la demanda de los sectores privilegiados. Los campesinos ejidales más pobres no producen más de 80 dólares por año y quienes están un poco mejor situados llegan apenas a los 400. Los ejidos pequeños están necesitan-

* Resulta de interés comparar los valores porcentuales de incremento del costo de vida, en México y en Argentina, desde 1945 a entreperíodos

AÑO	México	Argentina
1945	7,5	19,7
1946	24,7	17,7
1947	13,0	13,5
1948	6,0	13,1
1949	5,4	31,1
1950	5,9	25,6
1951	13,5	36,7
1952	15,2	38,7
1953	3,0	4,0
1954	6,1	3,8
1955	15,8	12,3
1956	3,7	13,4
1957	6,0	24,7
1958	12,3	31,6
1959	2,0	113,7
1960	5,9	27,3
1961	0,9	13,5
1962	0,9	28,1
1963	0,9	25,9
1964	2,7	22,1
1965	3,5	28,6
1966	4,2	31,9

Fuente: EL PERFIL DE MEXICO EN 1980, pag. 105, Siglo XXI, 3er tomo, Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina.

** Reynolds, Clark W., obra citada, pág. 189.

do tecnología, capitales públicos y educación para conseguir mayor producción de una tierra cansada y erosionada.* "En su continuo descuido del pequeño agricultor el programa de la reforma agraria todavía debe considerarse como lejos de estar completo"**, a pesar de haber surgido de una revolución que se desencadenó al grito de *tierra y libros****

Los rendimientos agrícolas promedio (ver Tabla V-1 y comparar con IV-3) siguen siendo bajos. No obstante Reynolds señala que, entre 1942 y 1961, hubo un flujo de excedentes desde el agro hacia la industria, a través de los intermediarios financieros, como respuesta, a su vez, a un flujo inverso originado por las obras de infraestructura que el gobierno realizaba para el campo, financiadas, en parte, con los impuestos que tomaba a la industria.

TABLA V-1 - Rendimientos agrícolas en México

Productos	Año	Unidad	Rendimiento
TRIGO	1972	100 Kg/Há.	27,2
MAIZ	1972	100 Kg/Há.	11,4
CARNE	1972	kg/bovino	165,9
LECHE	1972	Kg./vaca	1.100,0

FUENTE: ANUARIO DE PRODUCCION DE LA FAO, Vol. 26, Año 1972.

Los datos sobre carne han sido calculados en base a la cantidad de vacas y terneras faenadas y cantidad de carne bovina producida.

Es probable que ya desde antes la actividad agrícola, la minera y las industrias de productos de consumo imprescindibles, de vieja tradición, hubiesen originado excedentes que podrían haberse aplicado a la industrialización. El temor originado por las continuas revueltas y guerras los debe de haber drenado del país.

* Alrededor de la cuarta parte del territorio tiene pendientes superiores al 25% y ya por encima del 10% el riesgo de erosión es grave si no se aplican técnicas especiales. Dato recogido en H. Harms, obra citada.

** Clark W. Reynolds, obra citada, pág. 195.

*** K.S. Karol, periodista de Le Nouvel Observateur de París, en un artículo titulado *La imaginación al poder*, reproducido por el diario La Opinión de Buenos Aires (Sección Cultural del 30.6.1974), cuenta que durante una gira de Lázaro Cárdenas, en 1960, por zonas que, bajo su presidencia, se habían beneficiado con la reforma agraria, se le había acercado un viejo campesino quien, interpeándole familiarmente, le habría dicho: "Papá Lázaro, tú nos diste la tierra pero 'ellos' vinieron a retomarla, a recuperarla porque no tuvimos los medios de hacerla valer. Tú nos construiste la escuela y la enfermería, pero 'ellos' vinieron y la transformaron en un cuartel y en un burdel. Papá Lázaro, ¿qué es esta revolución que has hecho?".

La falta de suficientes capitales internos y de tecnologías para la producción y la organización habrían llevado a una especie de triple alianza entre gobierno, interses privados internos y empresas extranjeras. Como resultado, el equipamiento, aún el realizado bajo comando exterior, se apoya fuertemente en el ahorro interno y buena parte de este último sigue siendo drenado al exterior a causa, ahora, del creciente endeudamiento financiero y tecnológico.

En 1965, el 52,3% de los activos de las empresas extranjeras instaladas en México era financiado localmente. Ese monto sube a 63,6% en 1970.* Entre 1957 y 1970 habrían entrado en México en concepto de nuevas inversiones extranjeras, reinversión de utilidades, disposición de utilidades acumuladas y cuentas entre compañías alrededor de 2.353 millones de dólares. En el mismo lapso habrían egresado por utilidades, intereses, regalías y otros pagos 3.359 millones de igual moneda.**

El desequilibrio regional en México no presenta la antinomia litoral-interior de Argentina, sino que parece seguir la geografía general del subdesarrollo, con un Norte rico y un Sud cuya pobreza tiende a confundirse con la del istmo centroamericano. En el Norte (Nuevo León, Baja California, Norte y Sur, Chihuahua, Durango, Sonora, Sinaloa, Tamaulipas y Coahuila), el 67% de la población goza de los beneficios de la electrificación y el ingreso medio per cápita es 1,3 veces el promedio del país. En el sur (Campeche, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Guerrero, Oaxaca) apenas el 28% de los habitantes recibe los beneficios de la electrificación y el ingreso medio per cápita es allí 0,43 del promedio del país.

Si del total de la población mexicana sólo un 16% estaba amparado en 1965 por el Instituto Mexicano del Seguro Social, en Oaxaca la proporción bajaba al 2%***

El Centro, por razones históricas (presencia del Distrito Federal y del puerto principal sobre el Golfo) y por la influencia benéfica de un clima templado de altura en el Anahuac, concentra la mayor proporción de población y de riqueza.

En el Norte y el Centro, si bien la superficie ejidal cultivada es alta, los cultivos industriales (algodón, caña de azúcar) y la producción comercial de alimentos (trigo, leche, carne) se dan principalmente en propiedades privadas que usan semillas seleccionadas, plaguicidas, fertilizantes, tecnologías modernas de administración y mano de obra barata que viene del sector de subsistencia. Allí se concentra también la pesca industrial y exportadora y allí se encuentra petróleo, carbón, hierro, zinc, plomo, cobre.

* Carol, K.S., artículo periodístico citado.

** Reynolds, C., obra citada, pág. 211.

*** He calculado esta cifra en base a la lista de organismos y empresas del sector público contenido en El Perfil de México en 1980, obra citada, pág. 192. He agregado Teléfonos de México y Vehículos Automotores Mexicanos.

lí se encuentra petróleo, carbón, hierro, zinc, plomo, cobre.

En el Sur predominan los ejidos que utilizan "técnicas de cultivo del maíz que recuerdan las que se aplicaban en tiempos de los aztecas" *, las plantaciones de café, los bananeros, el heneguen, el ganado criollo y las artesanías.

En el Sur la naturaleza se brinda pródiga, en algunas zonas exuberante y el mexicano no puede gozarla. En el Norte hay que arrancarle los frutos con mucho trabajo y el mexicano no participa equitativamente en la disposición de esos frutos como compensación a la energía que entrega.

La industria instalada en el Norte, con centro en Monterrey y en menor escala en Mexicali, respondió preferentemente a la demanda norteamericana de productos básicos resultantes de la transformación de materias primas provenientes de los ricos yacimientos serranos y de las tierras que la irrigación iba fertilizando.

En el centro, alrededor del Distrito Federal, Guadalajara y Puebla, se creó una industria sustitutiva de la importación de productos finales para abastecer esos grandes conglomerados urbanos.

Cuando el país se va unificando gracias a mejores sistemas de comunicación, sobre todo carreteras, los mercados tienden a complementarse y comienzan las inversiones en productos intermedios. Ahora la cerveza del Norte empieza a aparecer en Oaxaca** y del centro salen productos petroquímicos intermedios que hacen las fábricas nortenas de productos finales no tengan que importarlos desde EE.UU.

A partir de la revolución Mexicana, el Estado estuvo permanentemente presente en el proceso de industrialización como actor directo y como agente de regulación, control y fomento de la inversión privada.

Como actor directo organizó entre 1920 y 1969 y sigue actualmente administrando, 46 empresas industriales, sobre un total de 166 organizaciones y empresas de todo tipo: comerciales, financieras, de transporte, de investigación científica y desarrollo tecnológico, etc.*** Entre 1970 y 1973 habría adquirido

* Carol, K. S., artículo periodístico citado.

** Reynolds, C., obra citada, pág. 211.

*** He calculado esta cifra en base a la lista de organismos y empresas del sector público contenido en El Perfil de México en 1980, obra citada, pág. 192.

participación mayoritaria o igualitaria en 11 empresas más y minorista en otras 10.*

Como agente de regulación, control y fomento, el Estado mexicano ayudó a la inversión privada interna y externa con medidas de protección aduanera y subsidiándola con préstamos baratos y desgravaciones impositivas.

En 1970, la formación bruta de capital fijo del país correspondió en un 65% al sector privado y en un 35% al sector público. Las empresas extranjeras contribuían ese año con un 5,5% del total nacional y generaban 12,6% de la producción total del país. Ellas pagaron el 20,3% del total nacional del impuesto sobre la renta que percibió el gobierno federal ese año.**

La inversión extranjera se orienta preferentemente hacia los sectores más dinámicos y terminales, donde el Estado interviene muy poco como actor directo, o hacia aquéllos de tecnología más compleja, productores de bienes de capital.

Así en 1970 casi el 74% de la inversión extranjera se concentraba en la industria llamada manufacturera, donde su participación en la producción alcanzaba a ser, ese mismo año, del 27,6%***

Solamente era superada esa participación en la producción en el sector minero. Hacia allí se orientaba el 5,5% de la inversión extranjera total en 1970, pero controlaba el 56,3% de la producción minera de todo el país. En la minería, en muchos años (1963, 66 y 67) la contribución externa a la formación de capital fijo fue prácticamente dos veces mayor que la interna, lo que estaría revelando un grado de inversión nacional muy bajo.****

* Ramirez Rancaño, Mario, Obra citada, pág. 206.

** Sepúlveda, B. y Chamucero, A., obra citada, cuadros 11, 14 y 22 del apéndice estadístico. Para los autores los conceptos de inversión extranjera y de contribución a la formación de capital fijo es la siguiente:

- la inversión extranjera sería el monto de dinero invertido independientemente del destino que se le dé. Está formada por el capital contable de las empresas que son propiedad de extranjeros más las deudas a corto y largo plazo con las casas matrices.
- la contribución a la formación de capital fijo se refiere al monto utilizado para adquirir capital tangible reproducible fijo: maquinaria, equipo, edificios, terrenos, etc. Este dinero puede provenir de accionistas, tanto nacionales como extranjeros, y de préstamos obtenidos en el interior y/o exterior. Se obtiene por diferencia entre el valor inicial del ejercicio del capital invertido en activo fijo a precios de adquisición y el valor final de ese mismo ejercicio.

*** Los datos están basados en cuadros 1 y 14 del apéndice estadístico, de la obra anterior

Dentro del sector manufacturero la inversión extranjera preferenciaba, en 1970, los campos que se indican en el cuadro V-2.

CUADRO V-2 - Rubros industriales preferenciados por la inversión extranjera.

	INVERSION EXTERNA		PARTICIPACION EN LA PRODUCCION DE LAS EMPRESAS EXTRANJERAS	
	miles de dólares	porcentaje sobre total invertido por empresas extranjeras en industrias manufactureras	millones de pesos mexicanos	porcentaje sobre total
Industria Química	617.885	29,7	14,920	67,2
Construcción de maquinarias, aparatos y artículos eléctricos.	215.203	10,3	7.610	79,3
Construcción de material de transporte	211.564	10,1	8,686	49,1
Productos alimenticios	148.300	7,1	4,863	8,6
Fabricación de productos metálicos, exceptuando maquinaria y material de transporte	125.252	6,0	3.013	37,0
Fabricación de maquinaria no eléctrica	112.580	5,4	3,283	62,0

Fuente: Cuadros 2 y 15 del Apéndice Estadístico del Trabajo de B. Sepúlveda y A. Chumacero, La Inversión Extranjera en México, Fondo de Cultura Económica, México, 1973.

LA INDUSTRIA QUIMICA MEXICANA

El desarrollo de la industria química mexicana estuvo estrechamente ligado a la evolución de la explotación de las riquezas petrolíferas y gasíferas del país.

Petróleo y política se confundieron muchas veces en la historia de algunos países latinoamericanos ilustrando las dificultades que encuentran las naciones jóvenes cuando tratan de no enajenar sus riquezas o cuando quieren recuperarlas*. México no fue ajeno a los dramas emergentes de esa confusión y en ellos se encontró mezclada también la industria química.

La explotación petrolera fue nacionalizada en México en 1938 por el gobierno de Lázaro Cárdenas, quedando toda esa riqueza a cargo del organismo gubernamental denominado Petróleos Mexicanos (Pemex), creado el 7 de junio de ese año. Antes de la nacionalización, la actividad se concretaba casi exclusivamente a la extracción y exportación de petróleo crudo. Después de 1938, Pemex la orientó hacia la obtención de combustibles y lubricantes para satisfacer las necesidades del propio mercado, es decir que se desarrolló activamente la industria de la refinación. Asimismo, mejoraron los sistemas de distribución, con el tendido de una importante red de oleoductos, gasoductos y poliductos que sumaban en 1961 más de 9000 km.**

Pemex ocupa el primer lugar entre las empresas mexicanas con un presupuesto del orden de 1.200 millones de dólares en 1968.***

Pemex tiene dentro del campo petroquímico la exclusividad en la producción de los elementos básicos: etileno, propileno, butilenos y olefinas en general. De acuerdo con la legislación vigente, Pemex también debe explotar, sin asociación alguna con otros intereses particulares, sean nacionales o extranjeros, una lista de otros 45 productos básicos e intermedios (Ver cuadro V-3 .

* Cuando México nacionalizó su petróleo, las compañías expropiadas procedieron a la destrucción de material y de repuestos, a la inundación de pozos, etc. Véase el interesante trabajo de Angel de la Vega Navarro "La société nationale Mexicanne Pemex et l'engineering", IREP, Grenoble, Diciembre 1970. (Roneotipeado)

** Harms, H., Geografía Universal, El Ateneo, Buenos Aires, tomo V, pág. 157.

*** Asociación Nacional de la Industria Química-La Industria Química Mexicana en 1968.

CUADRO V-3 - Productos cuya elaboración se reserva el Estado Mexicano
a través de Pemex sin intervención de particulares

	ETILENO
	PROPILENO
	BUTILENOS
	MONO-OLEFINAS EN GENERAL
Acetaldehído (a partir de Etileno)	Etanol
Acetileno	Etilbenceno
Acido Cianhídrico	Etilenclorhidrina
Acrilonitrilo (Monómero)	Extracto Aromático para
Acroleína	Negro de Humo
Alcohol Isopropílico	Isopreno (Monómero)
Alcoholes Oxo	Metanol
Amoníaco	Meta-Xileno
Benceno	Naftaleno
Buradieno	Orto-Xileno
Ciclohexano	Oxido de Etileno
Cloroformo	Oxido de Propileno
Cloruro de Alilo	Para-Xileno
Cloruro de Etilo	Percloroetileno
Cloruro de Metilo	Polibutenos
Cloruro de Vinilo (Monómero)	Polietileno de baja densidad
Cumeno	Polietileno de alta densidad
Dibromuro de Etileno	Polipropileno
Dicloroetano	Tetracloruro de Carbono
Dicloruro de Metileno	Tetramero de Propileno
Dicloruro de Propileno	Tolueno
Dodecilbenceno	Tricloroetileno
Estireno (monómero)	Vinil Tolueno

FUENTE: Sampson, S., La Industria Química y Petroquímica en México, IV Congreso Interamericano de Ingeniería Química, Buenos Aires, Abril 1969.

La fabricación de otros 108 productos derivados de algunos de los 49 anteriores (ver Cuadro V-4) puede ser realizada indistintamente por empresas mixtas formadas entre Pemex e intereses nacionales, privados o extranjeros, o por empresas totalmente privadas o totalmente formadas por Pemex. Estas inversiones requieren permiso presidencial previo y, en ellas, el 60% del capital como mínimo debe ser mexicano. La mayoría de esos 108 productos son intermedios o finales de la industria química, pero no terminales de mercado.

CUADRO V-4 - Productos cuya elaboración requiere permiso presidencial y formación de empresas con 60% de capital.

Aceleradores y antioxidantes para hule	Butanol
Acetato de Butilo	Butirato de Polivinilo
Acetato de Celulosa	Butiraldol
Acetato de Etilo	Butiraldehído
Acetato de Isopropilo	Caprolactama
Acetato de Vinilo	Carboximetil celulosa
Acetona	Cianuros
Acetofenona	Ciclohexanol y Ciclohexanona
Acetoncianhidrina	Clorhidratos de Anilina, Bencidina, Tolidina y Toluidina
Acido Acético	Clorobencenos
Acidos Acrílicos	Cloruro de Bencilo
Acido Adípico	Cloruro de Colina
Acidos Arikulfónicos	Cloruro de Polivinilo
Acido Benzoico	Copolímeros de Cloruro y Acetato de Vinilo
Acido Fumárico	Copolímeros de Estireno-Butadieno
Acido Isoftálico	Crotonaldehído
Acido Nítrico	Derivados del Acetileno
Acido Maleico	Ditiocarbamatos
Acido Mállico	Dialquil Ditioposfatos
Acido monocloroacético	Detergentes y Surfactantes No iónicos
Acido Tereftálico	Difenilaminas
Acidos Clorofenoxiacéticos	Dimetil tereftalato
Aditivos para lubricantes	Etanolaminas
Alquilfenoles	Eteres Glicólicos
Anhidrido Acético	2Etilhexanol
Alcohol Diacetona	Etilenglicoles
Alcohol Polivinílico	Etilencianhidrina
Adiponitrilo	Epiclorhidrina
Amidas orgánicas	Fenol
Anhidridos Ftálico y Maleico	Fenoles Bloqueados
Anilina	Formaldehído
Antraquinona	Fosfatos de Amonio
Bencidina	Ftalatos
Benzaldehído	
Benzoatos y Perbenzoatos	
Bisfenol -A	

Hexametilendiamina	Propilenglicoles
Hules Sintéticos en general	Poliestireno
Intermedios para colorantes	Pantotenato de Calcio
Metacrilato de Metilo	Parathiones y Malathiones
Metilaminas	Peróxido de Benzoilo
Metil Etil, e Hidroxietyl Celulos	Peróxido de Diterbutilo
Metil Isobutil Carbinol	Peróxido de Metil Etil Cetona
Metil Isobutil Cetona	Resinas Acrilonitrilo-Butadieno
Metil Etil Cetona	Estireno
Nitrato de Amonio	Resinas Estireno-Acrilonitrilo
Nitro-Toluenos	Resinas Epóxicas
Negro de Humo	Sulfato de Amonio
Nitrobenceno	Taninos Sintéticos
Octoatos	Tiuramilos
Oxido de Mesitilo	Tolidina
Poliacrilonitrilo	Toluidina
Parafinas Cloradas	Trinitrotolueno
Pentacloro Nitrobenceno	Tributil Fosforotritioito
Pentacloro Fenol	Tetraetilo de Plomo
Pentaeritritol	Urea

FUENTE: Sampson, S., La Industria Química y Petroquímica en México, IV Congreso Interamericano de Ingeniería Química, Buenos Aires, Abril 1969.

Todos los otros productos no requieren permiso presidencial y quedan librados a la iniciativa privada sin que entre en consideración el origen de los capitales.

En México, la política en el sector químico consiste pues en reservar al Estado los productos básicos, tratar de mantener el control nacional sobre los intermedios y liberar el sector final químico y de productos terminales de mercado fabricados con esos finales químicos.*

* Esa división proviene de la reglamentación del artículo 27 de la constitución de 1917 que por lo tanto es muy anterior a la nacionalización de la explotación del petróleo. El artículo 27 dice: "corresponde a la Nación el dominio directo de todos los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas y yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los fosfatos susceptibles de ser utilizados como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógenos sólidos, líquidos o gaseosos".

Entre enero 1961 y diciembre 1972 se otorgaron permisos de fabricación dentro de la lista de los 108 productos a 110 empresas con un total de 5.491 millones de pesos mexicanos de inversión. (439 millones de dólares).*

El valor acumulado de la inversión privada en activos fijos en la Industria Química habría alcanzado en 1967 a 10.745 millones de pesos (aproximadamente 860 millones de dólares).** Entre 1957 y ese mismo año 1967 las inversiones extranjeras habrían contribuido en ese sector con más de 3000 millones de dólares de medios de financiación (capital contable más deudas con sus casas matrices).*** De este total un 80% provenía de los Estados Unidos.****

En una lista de 242 empresas subsidiarias de grandes empresas norteamericanas *****, se podían reconocer, en una rápida recorrida, por lo menos 40 que operaban en lo que algunas estadísticas mexicanas recogen como industria química.***** Se podría agregar un número igual de subsidiarios en otras industrias de proceso. Del total invertido por esas 242 empresas en México en 1970 (algo más de mil millones de dólares) un 78% aproximadamente se volcaba en las manufacturas y de este porcentaje, a su vez, un 33% iba a actividades del ramo químico.*****

Los medios de financiación de la actividad extranjera en la industria química eran asegurados en 1970 en un 45% por capital propio, en un 16% por deudas contraídas en el exterior y en un 20% por deudas contraídas internamente.*****

* Estas cifras se han calculado en base a datos contenidos en *Desarrollo y perspectivas del sector secundario de la industria petroquímica*, Instituto Mexicano del Petróleo, Julio 1973.

** Sampson, S., La industria química y petroquímica en México, IV Congreso Interamericano de Ingeniería Química, Buenos Aires, abril 1969.

*** Estimación basada sobre los datos contenidos en el cuadro 4 del apéndice estadístico de la obra de B. Sepúlveda y A. Chamucero *La Inversión extranjera en México*. Fondo de Cultura Económica, México, 1973
Ver nota

**** Ibid.

***** Ibid pág. 251 y sigts.

***** Las actividades económicas que se incluyen en la industria química suelen diferir de un organismo a otro. Así el Banco de México incluye en ella la fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos y la de perfumes, cosmética y productos similares. Estos rubros no están comprendidos en las estadísticas de la Asociación Nacional. El Censo Industrial consideró como industria química no sólo la fabricación de materiales plásticos sino también de los artículos fabricados con esos materiales, incluso juguetes y calzado. De acuerdo con las definiciones del capítulo I, estas últimas actividades no entrarían ni aun dentro del campo más amplio de industrias de proceso. Véase Instituto Mexicano del Petróleo, *Desarrollo y Perspectivas del Sector Secundario de la Industria Petroquímica*, México, 1973, pág. I-4

***** B. Sepúlveda y A. Chamucero, obra citada, cuadro 2, pág. 221

Dentro de la industria química, el sector petroquímico se encontraría actualmente sobreequipado (ver Cuadro V-5) pero la capacidad instalada no alcanzaría a satisfacer la demanda prevista en 1973 para 1977.*

CUADRO V-5

INDUSTRIA PETROQUIMICA
CAPACIDAD INSTALADA Y CAPACIDAD APROVECHADA EN 1971

	Capacidad Instalada (Tons/Año)	Capacidad Aprovechada (o/o)
<u>Sector Secundario</u>		
Fibras Artificiales y Sintéticas	106,630	71.2
Polímeros de Fibras Sintéticas	87,700	60.5
Resinas (*)	213,320	57.3
Plastificantes	46,750	43.5
Fertilizantes (**)	1.477,500	64.8
Plaguicidas	15,695	62.7
Elastómeros	85,000	57.3
Productos Auxiliares para el Hule	48,736	62.5
Productos Diversos	196,510	58.7
Productos Intermedios	427,757	75.4
TOTAL SECTOR SECUNDARIO	2.075,598	65,1
SECTOR BASICO	1.692,648(***)	80,3
TOTAL	4.398,246	70,9

(*) No incluye polietileno; se contabiliza en Sector Básico.

(**) No incluye amoníaco por aplicación directa; se contabiliza en Sector Básico.

(***) Se considera como capacidad instalada en anhídrido carbónico la cifra correspondiente a ventas, que es 175.853 toneladas. No se incluye la capacidad de la planta nueva de azufre en Refinería Madero porque hasta 1971 no había entrado en operación.

FUENTE: IMP - DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DEL SECTOR SECUNDARIO DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA, México, 1973, págs. 1-11.

* Pueden verse datos sobre consumo previsto para los distintos productos en 1977 en la publicación del Instituto Mexicano del Petróleo citada en nota 8, págs. 1-84 y I-85.

TABLA V-7 - IMPORTACIONES TOTALES EN ALGUNOS RUBROS DE INDUSTRIAS DE PROCESO MEXICANAS 1972

Capítulo N°	Denominación	Millones de Dólares CIF
28	Productos inorgánicos	46,6
29	Productos orgánicos	209,8
30	Productos farmacéuticos	8,7
31	Abonos	13,9
32	Extractos curtientes y tintóreos, colores, pinturas, barnices, tintas	15,2
33	Productos de perfumería, tocador y cosméticos	7,2
34	Jabones tensioactivos, productos de limpieza	6,1
35	Materias albuminoideas y colas	2,8
36	Pólvoras y explosivos	1,8
37	Productos fotográficos y cinematográficos.	21,8
38	Productos diversos de las industrias químicas	34,4
39	Materias plásticas artificiales, éteres y esteres de la celulosa, resinas artificiales y manufacturas de esas materias	70,8
40	Caucho natural y sintético y manufacturas de caucho	26,7
48	Papel, cartón y manufacturas de pasta de celulosa, de papel y de cartón	63,8
73 ¹	Arrabio, hierro y acero	116,2
74 ¹	Cobre	3,6
76 ¹	Aluminio	28,6

Fuente: Anuario estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, 1972 - Secretaría de Industria y Comercio - Dirección General de Estadística - México, 1973.

¹: Estos capítulos incluyen productos obtenidos por transformación mecánica de los metales.

El hecho de que el sector secundario (intermedios y finales) de la industria química trabaje con 35% de capacidad ociosa estaría mostrando:

- que la demanda de las industrias terminales es menos que la prevista.
- que algunas secuencias intermedias no han sido integradas.
- que las expectativas de exportación no han sido alcanzadas.

El 20% de capacidad ociosa que se observa en el sector básico* y la importación de algunos productos(ver Tabla V-6) que podrían obtenerse a partir de otros básicos o intermedios, que ya se fabrican en México, corroboraría esas presunciones.

Las importaciones de productos químicos (sección IV de la Nomenclatura Aduanera de Bruselas) representaban en 1972 un total de 368,6 millones de dólares. En la industria química y de procesos en general, México puede mostrar algunos interesantes ejemplos de desarrollo experimental que responden a los criterios de tecnología a escala desarrolladas en el capítulo 2:

- a) el empleo de gases reductores en lugar de coque en la metalurgia extractiva del hierro.
- b) la obtención de alumina a partir de alunites frente a la carencia de bauxitas; el proceso de la Universidad de Guanajuato produce simultáneamente sulfato de potasio y sulfato de amonio usados como fertilizantes.
- c) la fabricación de papel de diario con bagazo que cuenta con sendos desarrollos de dos firmas de ingeniería asociadas a empresarios mexicanos.
- d) la producción de sulfato de amonio puesta a punto también por una empresa de ingeniería siguiendo ideas originales de dos técnicos mexicanos.

* La reglamentación mexicana incluye en el sector básico algunos productos como polietileno y polipropileno que siguiendo el criterio expuesto en este trabajo serían finales químicos.

CUADRO V-6 - PRINCIPALES IMPORTACIONES MEXICANAS DE PRODUCTOS RESULTANTES DE INDUSTRIAS DE PROCESOS (1974)

	Millones de dólares CIF	Costo Unitario promedio CIF u\$s/kg.		Millones de dólares CIF	Costo Unitario promedio CIF u\$s/kg.
1 - Fósforo	8.1	0.43	45 - Catalizadores	2.7	0.71
2 - Sodio	1.0	0.38	46 - Diversos productos resultantes de industrias químicas o conexas.	9.1	0.55
3 - Amoníaco	6.2	0.04	47 - Tereftalato de polietileno	17.9	0.83
4 - Hidróxido de Sodio	1.1	0.08	48 - Alcoholes polivinílicos	1.1	0.65
5 - Óxido e Hidróxido de Aluminio	7.0	0.08	49 - Cloruro de polivinilo	2.0	0.37
6 - Corindones artificiales	0.7	0.29	50 - Polipropileno	4.9	0.30
7 - Hipoclorito de calcio	0.9	0.51	51 - Polietileno	9.7	0.28
8 - Fosfato de calcio	0.7	0.22	52 - Nitrocelulosa	2.0	0.57
9 - Carbonato y bicarbonato de sodio	0.9	0.06	53 - Caucho natural	7.2	0.36
10 - Tetra borato de sodio	1.5	0.13	54 - Cauchos sintéticos	4.3	0.70
11 - Butadieno	5.4	0.11	55 - Algunas manufacturas de caucho vulcanizado incluso cubiertas	2.2	0.46
12 - Acíclicos no saturados	4.4	0.12	56 - Extracto de quebracho	1.4	0.29
13 - Estirenos	1.1	0.13	57 - Placas fotografiadas para radiografías	1.2	5.13
14 - Aromáticos	2.0	0.10	58 - Películas para fotografías policromas y de revelado instantáneo	3.0	17.73
15 - Tricloroetano	1.0	0.16	59 - Películas fotográficas blanco y negro	1.8	11.37
16 - Cloruro de vinilo	4.3	0.4	60 - Películas para cinematografía policromas	2.4	14.72
17 - Fenol y nitrofenol	2.5	0.29	61 - Películas cine		
18 - Óxido de propileno	1.9	0.20			
19 - Óxido de etileno	3.3	0.16			
20 - Acetaldehído y Butiraldehído	4.1	0.14			
21 - Ciclo hexanona	1.8	0.34			
22 - Metaacrilato de metilo	2.0	0.40			
23 - Ácido tereftálico y tereftalato de dimetilo	11.8	0.31			
24 - Ácido tartárico	0.9	0.87			
25 - Glutaniato de sodio	1.0	0.83			
26 - Tolúen disociante	1.5	0.66			
27 - Mercaptanes	1.1	0.91			
28 - Tetraetilo de plomo	1.9	0.78			
29 - Compuestos heterocíclicos hexagonales	2.3	28.61			
30 - Caprolactana	12.2	0.47			
31 - Ácido ascórbico	1.0	4.40			
32 - Caroteno	1.2	49.83			
33 - Hormonas naturales y sintéticas y sus derivadas	2.6	254.36			
34 - Antibióticos	8.7	84.5			
35 - Sulfato de amonio	5.4	0.03			
36 - Nitrato de amonio	2.3	0.06			
37 - Nitrato de sodio	1.1	0.07			
38 - Sulfato de potasio	1.1	0.05			
39 - Cloruro de potasio	1.9	0.03			
40 - Insecticidas	4.5	3.02			
41 - Fungicidas	1.1	3.10			
42 - Herbicidas	0.8	3.13			
43 - Aprestos, mordientes y otros preparados utilizados en la industria textil, del papel, del cuero o análogos.	1.2	16.16			
44 - Pasta de coque de petróleo para electrodos	1.9	0.09			

Fuente: Anuario Estadístico del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos 1972 - Secretaría de Industria y Comercio-Dirección General de Estadística - México 1973.

Nota: Se han considerado solamente algunos rubros de las industrias de proceso tomando en cuenta posiciones de los capítulos seleccionados en los cuales las importaciones fueron superiores a doce millones de pesos mexicanos. (Salvo excepciones que surgen del cuadro mismo). Los valores se han trasladado a dólares estadounidenses a razón de 12.5 pesos mexicanos por dólar.

LAS EMPRESAS DE INGENIERIA

La ingeniería de procesos mexicana se destaca por un hecho singular: los grupos nacionales se han formado y desarrollado al amparo de una fuerte demanda de las empresas extranjeras especialmente transnacionales, instaladas en México, con cierta indiferencia del estado mexicano y una casi hostilidad del empresariado local.

A diferencia de Argentina, aquí son los hijos de las familias tradicionales y de buena posición los que abrazan el estudio de las nuevas carreras vinculadas al desarrollo industrial, bajo el potente influjo cultural de los Estados Unidos donde esas disciplinas tienen su cuna. La mayoría de los nuevos ingenieros sigue estudios de pos-grado en ese país e inicia allí una vinculación estrecha con las fuentes de decisión de las inversiones privadas norteamericanas en México. Esos lazos estrechan y complementan los que ya tienen en México con los círculos financieros que sirven de soporte nacional a los capitales norteamericanos.

La confianza personal que surge de los contactos sociales y que se fortalece en los clubes y restaurantes y en las propias casas de la burguesía mexicana, reemplaza la exigencia de antecedentes que aparece en otros lados donde los ingenieros de las nuevas tecnologías, que saben hacer lo que los capitales extranjeros quieren hacer, no pertenecen, ni han sido todavía captados, por las capas sociales que actúan como intermediarios o socios locales de esos capitales.

Si se une a ello un factor común a toda la ingeniería de procesos latinoamericana, su bajo costo en relación a la ingeniería estadounidense, se podrá explicar el hecho de que, vencida la desconfianza en cuanto a capacidad de ejecución y de organización, las firmas extranjeras hayan preferido realizar la ingeniería de detalle localmente, por medio de firmas externas a ellas mismas.

En efecto, la ingeniería de detalle se estaba vendiendo en 1974 a alrededor de 9 u\$s la hora, mientras la norteamericana costaba entre 24 y 30 dólares.

Realizar la ingeniería localmente resulta conveniente en cualquier país latinoamericano. Poder hacerla mediante firmas locales, pero externas a la empresa productiva, ofrece menos riesgos que formar grupos internos. Los recursos humanos que integran estos últimos deben ser retribuidos haya o no demanda intraempresaria de sus servicios y no resulta fácil desprenderse de ellos en los momentos de poco trabajo porque:

- a) es difícil reponer los elementos de valor
- b) en cada ciclo de expansión del grupo se reproducirían costos de aprendizaje.
- c) las indemnizaciones por despido suelen ser caras

Los ingenieros y técnicos de una firma de ingeniería adquieren experiencia con rapidez, debido a su participación en proyectos diferentes. Los ingenieros y técnicos de un grupo intraempresario ganan profundidad en una determinada especialización pero suelen perder flexibilidad y algo de creatividad.

De todos modos, también en México, la toma de confianza fue gradual y comenzó, como en Argentina, por la ingeniería de las obras civiles. La diferencia estriba en que en México la evolución fue más rápida y las empresas productivas pronto confiaron también la ingeniería de detalle de los procesos mismos a firmas locales.

Las obras civiles presentaban problemas muy serios en México. Había que fundar sobre terrenos muy flojos o en hundimiento como en la zona del Distrito Federal o se tropezaba con zonas de fuertes movimientos sísmicos. Las buenas realizaciones de la ingeniería civil mexicana, respondiendo a esos desafíos*, debe haber contribuido también a generar una predisposición favorable al uso de la capacidad nacional en otras tecnologías.

* Puede citarse el método de construcción con pilotes de control del ingeniero Manuel Gonzalez Flores, el de flotación del Ing. José A. Cuevas, las lozas nervadas de Juan O'Gorman, las cubiertas y cimientos con superficies paraboloideas, las autopistas y puentes en terrenos de montaña y, muy recientemente, las dificultades creadas para poder construir el subterráneo en la capital. Para más detalles puede verse E. G. León López, *La ingeniería en México*, Sep-Setentas, México, 1974. El autor describe un caso muy interesante en el que la no adaptación de la ingeniería civil a las condiciones del subsuelo mexicano produjo un notable hundimiento del edificio. Se trata del palacio de las Bellas Artes, iniciado antes de la revolución de 1910 por la casa Millikeb Bros. de Nueva York y que terminó de construirse en 1932 sobre planos del ingeniero mexicano Federico Mariscal, quien tuvo que construir nuevos apoyos bajo los cimientos originales.

Las primeras firmas de construcciones mexicanas también se basaron sobre ingeniería externa, pero las particularidades locales señaladas las obligaron a buscar el concurso de la ingeniería nacional. Conseguió así brindar un mejor servicio a sus clientes y podían aspirar a más y mejores contratos de construcción que producían ganancias mayores que los referidos a ingeniería solamente.

Se presentaba un poco esta situación: el cliente buscaba una empresa constructora y ésta buscaba apoyo a su vez en una firma de ingeniería civil o creaba un departamento de ingeniería interno. Por otro lado, si el cliente tenía que resolver problemas de ingeniería mecánica o eléctrica, debía buscar firmas especializadas en cada una de esas técnicas. Hasta que alguien pensó que sería más atractivo para el cliente ofrecerle un equipo integrado para su proyecto, con un ingeniero coordinador del mismo y especialistas en cada área (task-force). Pero como las ganancias más fuertes surgen de la construcción propiamente dicha, esas empresas de ingeniería integradas incorporaron a su vez servicios de obras civiles y de montaje de equipos.*

La evolución originó movimientos en dos sentidos: por un lado, de las viejas firmas de construcciones se desprendieron firmas de ingeniería y, por el otro, las firmas de ingeniería dieron origen a nuevas empresas de construcción y montaje.

En general, las firmas de ingeniería y construcción construyen pocos equipos. La compra de éstos, que incluye inspección en talleres y recepción en obra (procurement), la efectúan ya sea por un porcentaje sobre el valor adquirido o facturando las horas hombre empleadas.

He podido recoger un caso interesante que ilustra la evolución histórica descrita. Cuando una gran empresa transnacional instaló su primera planta en México, el gerente de diseño de la misma, al necesitar soporte de ingeniería local, recurrió a una firma de ingenieros mexicanos que recién comenzaba su actividad. Ese gerente intimó con los ingenieros propietarios y, a medida que fue adquiriendo confianza, les fué dando cada vez más trabajo. En una segunda planta, la empresa extranjera se unió al sector público. Para entonces el gerente de diseño había cambiado y la nueva dirección decidió confiar toda la ingeniería a una firma norteamericana. La coincidencia con un ciclo inflacionario perturbó la marcha normal del proyecto: la parte extranjera no incluyó en la instalación todo lo conve-

* Del monto global de un proyecto 10% a 12% en promedio corresponde a gastos en servicio de ingeniería, 30 a 35% a costos de construcción y monta-

nido con el sector público y la planta comenzó a funcionar con muchas dificultades que se atribuyeron a deficiencias de diseño y construcción de la firma de ingeniería externa.

Al planearse una tercera planta, enteramente a cargo de la subsidiaria mexicana de la corporación transnacional, con un proceso a su vez diferente de los otros dos, se volvió a confiar en la misma oficina de ingeniería local que había colaborado en la primera. Desde entonces, esa colaboración continúa in crescendo y el grado de intimidad entre empresas es tal que la organización de ingeniería local usa como standards propios normas técnicas tomadas de la corporación.

Esa corporación también actúa en Argentina, pero aquí esas normas son utilizadas únicamente para el departamento de ingeniería de la subsidiaria y ninguna empresa externa se beneficia con su conocimiento. Este no encierra ningún secreto o conocimiento patentable, pero significa un esfuerzo de sistematización y traduce una experiencia que, aplicada a diferentes proyectos, a través de una firma externa, como en el caso mexicano, beneficia a todo el sistema productivo nacional.

La actividad de esa misma corporación en México muestra también cómo la decisión gerencial busca siempre la línea de la máxima seguridad con el menor esfuerzo. Dos plantas de la filial mexicana están trabajando sobre un mismo proceso para el cual el conjunto mundial posee ingeniería desarrollada de excelente calidad. No obstante, en una nueva planta en construcción en México, donde también colaboraba la empresa mexicana de ingeniería y donde el proceso en cuestión era un auxiliar del principal, se resuelve adquirirlo llave en mano a una firma norteamericana que, a su vez, subcontrata la construcción con otra mexicana. Evidentemente habría sido más conveniente para el país permitir el desarrollo de la ingeniería por una firma local que podría haberse basado en las plantas que están funcionando en México y en la ingeniería disponible del consorcio; pero se prefirió no complicar el esfuerzo, de por sí considerable, volcado sobre el proceso principal con el mayor costo y la organización adicional que exigiría la ejecución desagregada localmente de proceso accesorio.

La primera firma de ingeniería en el campo de procesos nace en 1949 por iniciativa de los ingenieros químicos mexicanos. Hoy es la primera no sólo en antigüedad sino en capacidad instalada y en volumen de obra realizada. Comenzó con un capital de 12 dólares y 3 empleados; los dos cofundadores un familiar que actuaba como secretario. Ahora maneja casi 10.000 personas * y ha intervenido en 160 proyectos de instalación de nuevas plantas o de ampliación de las existentes, para 73 empresas diferentes. En 8 de esos proyectos la tecnología fue propia de la firma de ingeniería y en otros dos casos la ingeniería básica fue desarrollada por la firma en colaboración con una empresa estatal.

Como una idea de la estabilidad de trabajo se puede citar el hecho de que en Diciembre de 1973, la firma había terminado 5 proyectos, tenía 33 en ejecución y 8 nuevos contratos firmados. Seis meses después, junio 1974, se habían terminado 5 de los trabajos en ejecución y 3 de los nuevos contratos. El total de proyectos en ejecución había pasado a 40 y disponía de otros 6 nuevos contratos aún no comenzados. Uno de los trabajos en ejecución representaba una inversión del orden de los 150 millones de dólares. Otros oscilaban alrededor de los 15 millones de igual moneda.

El crecimiento puede medirse considerando que en Diciembre 1968 su agenda incluía 11 obras en ejecución y 5 nuevos contratos siendo la mayor inversión en la cual participaban de los orden de los 50 millones de dólares.

Su primer trabajo de importancia surgió de un acto de confianza de un empresario mexicano amigo de la familia de uno de los dos socios fundadores y para el cual habían hecho previamente algunos estudios pequeños. Por ese acto de confianza asumen la realización integral de una planta de sulfato de sodio que los sirve de tarjeta de presentación para conseguir, en 1956, un trabajo de una gran empresa norteamericana consistente en recuperar esa misma sustancia de los baños de coagulación de una fibra artificial.

A partir de esos trabajos iniciales las órdenes de esa misma empresa y de otras transnacionales se repiten. El despegue había durado 7 años y ya para 1960 la empresa estaba plenamente lanzada.

* La cifra parece sumamente alta sobre todo si se relaciona con el monto de facturación. La empresa argentina C con 3000 personas en total facturaba en 1973/74, 39 millones de dólares. La empresa mejicana A con 10 000 personas habría facturado en 1973 por 25 millones de dólares. Puede haberse estirado con exceso el personal o en defecto la factura-

TABLA V-8 - EMPRESAS DE INGENIERIA MEXICANAS

	A	B	C
Tipo de sociedad	Nacional Privada	Nacional Privada	Mixta - Asociación Privada Mexicano-estadounidense
Capital	Sociedad de ingeniería 800 mil US\$ Sociedad de construc. 2 millones"	240.000 dólares	s.d.
Fecha de iniciación de las actividades en el país	1949	1964	1971
Comienzo de las actividades internacionales	1958	s.d.	s.d.
Cifra de ventas: año y monto	Const. 11 millones dól. (1973) Ingen. Aprox. 14 millones de dól. (1973)	Aprox. 2 mill. dól. (1973)	
Area de trabajo	Consultoría Ingeniería Básica Ingeniería de detalle Compras Construcción Montaje	Consultoría Ingeniería Básica Ingeniería de detalle Compras Supervisión de la construc. Supervisión del montaje	Consultoría Ingeniería básica Ingeniería de detalle Compras Supervisión del montaje Supervisión de la construc.
Sectores industriales que atiende de preferencia	Industria química y petroquímica Industrias de proceso (143 trabajos en estos dos sectores sobre 160 en total hasta 1971)	Industria química y petroquímica Industrias de proceso (48 trabajos en estos dos sectores sobre 55 plantas industriales incluidas en sus listas de experiencias).	Industria química y petroquímica Industrias de proceso (los 30 trabajos listados pertenecen a estos sectores)
Plantel técnico permanente	1500 Aproximadamente 2 empleados y técnicos por cada ingeniero.	250	160
Capacidad en ingeniería de detalle horas/hombre/año	1.800.000	350.000	150.000
Total Obreros y empleados	8.500 ⁽¹⁾ Principalmente obreros para construcción y montaje	s.d.	s.d.
Firmas clientes en México con industrias y de procesos	56 (hasta 1971)	38	11
Composición:			
estatales	4	3	2
privadas	52	35	9
Cantidad de procesos manejados en su Ing. de detalle en proyectos realizados en México	52	25	15
Actividad internacional	3 proyectos en Nicaragua 2 en la Rep. Dominicana 1 en Brasil 1 en Bolivia 6 en Perú 1 en Colombia	1 trabajo en Colombia 1 en Venezuela 1 en Perú	
Datos Varios	10.000 m ² de superficie disponible para ingeniería.	Aproximadamente 500 m ² de superficie disponible para ingeniería.	Alrededor de 1.000 m ² de superficie de oficinas.

(1) La cifra parece sumamente alta sobre todo si se relaciona con el monto de facturación. La empresa argentina C con 3000 personas en total facturaba en 1973/74, 39 millones de dólares. La empresa Mexicana A con 10.000 personas habría facturado en 1973 por 25 millones de dólares. Puede haberse estimado en exceso el personal o en defecto la facturación. Me inclino a pensar que el error mayor debe provenir de una sobreestimación de la dotación, sobre todo del personal obrero afectado a construcción y montaje, cuyo número real debe ser aproximadamente la mitad del publicitado. En las firmas mexicanas no tuvimos acceso a los balances, los que en cambio no fueron suministrados por las firmas argentinas B y C. Tampoco pudimos leer balances de la filial argentina de la Corporación Transnacional (A).

Tienen buen apoyo de uno de los bancos privados más fuertes de México donde son conocidos por vínculos familiares. Ese banco analiza los proyectos que le someten las grandes firmas transnacionales en su búsqueda de ahorro local para financiar sus activos y, a su vez, promueve algunos proyectos buscando la entrada de capitales externos. En la evaluación de unos y otros suele utilizar la capacidad de análisis y estimación de costos que tiene instalada la firma de ingeniería.

La empresa ha adoptado una organización que responde a una doble necesidad: por un lado, la capacitación sectorial para la formación de grupos eficientes de trabajo para cada proyecto y, por el otro, la capacitación tecnológica general para alimentar adecuadamente esos grupos de trabajos (task-force) multifacéticos y cambiantes, en función de los distintos proyectos que va obteniendo la firma, y para ordenar adecuadamente la experiencia que el conjunto va recogiendo.

De la dirección general, ejercida por los dos socios fundadores, dependen las siguientes direcciones: a) de ingeniería, dividida en dos subdirecciones: a₁) la de proyectos, que comprende a su vez cuatro áreas (petróleo y petroquímica; manufactura y procesos; minería; acero) a las que se subordinan los distintos jefes de proyecto y a₂) la técnica, que constituye la memoria acumuladora que aprovecha las experiencias cruzadas y reduce costos en proyectos repetitivos mediante la preparación de normas de cálculo y diseño para arquitectura, obra civil, mecánica, electricidad, tuberías, instrumentos, etc.

- b) de trabajos de construcción y montaje.
- c) de suministros, tanto técnicos como de rutina.
- d) de finanzas.
- e) de ventas.
- f) de estudios y proyectos especiales.
- g) de control de otras organizaciones productoras de bienes (sal, tubos de televisión) o de servicios (avalúo de empresas, construcción de obras de infraestructura) en las que esta empresa tiene invertidos intereses.

Una subdirección de servicios técnicos, que depende directamente de la dirección general, se ocupa de la programación de los trabajos, de las estimaciones de costos y de su control. También depende directamente de la dirección general, la gerencia de relaciones industriales que se encarga de la contratación de personal y de las relaciones con los clientes y con el medio científico. En ésta última trabajan a tiempo completo tres psicólogos que realizan los tests psicométricos en la selección de personal y contribuyen al mantenimiento de una dinámica interna adecuada.

Existe gran preocupación por la capacitación del plantel técnico permanente. Los programas de capacitación comprenden:

- cursos cortos intensivos que introducen al nuevo ingeniero o técnico en las normas de trabajo de la empresa.
- cursos cortos en universidades mexicanas o norteamericanas; en empresas proveedoras de equipos; en institutos especializados tipo ICAMI (Instituto de Capacitación de Mandos Intermedios).
- asistencia a las reuniones anuales del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, del American Institute of Chemical Engineers, de la Asociación Americana de Fabricantes de Modelos, del Instituto de Jefes de Proyecto Americanos y similares.
- especialización en una operación determinada: tratamiento de agua, destilación, intercambio de calor, hormigón reforzado. Luego que el ingeniero o el técnico ha seguido esos estudios especializados se hace que todo el trabajo interno referente a ese tema pase por sus manos.
- especialización en una rama industrial determinada mediante cursos universitarios y trabajos en plantas típicas del sector.

La mayor rotación de personal la tienen en gente con menos de un año en la firma. De cada 100 nuevos contratados, aproximadamente 50 se van una vez adquirida una formación mínima. En cierta forma están actuando como escuela de capacitación para empresas más pequeñas, tanto de ingeniería como productivas. Después del primer año la rotación baja a un 3%.

Considero de interés narrar lo que habría ocurrido con respecto a capacitación en flexibilidad de cañerías. Contrataron ingenieros mexicanos jóvenes a quienes especializaron en ese tema en la forma acostumbrada mediante cursos nacionales y externos. Esos profesionales adquirieron un nivel teórico extraordinario, con trabajos publicados en los periódicos del Instituto Americano de Ingeniería Mecánica (AIME), pero ante las aplicaciones prácticas no resultaron eficientes. Prestaban demasiada atención a los detalles y no discriminaban entre aquellos casos en los cuales hay que aplicar la "regla del pulgar" y aquellos otros en los cuales conviene utilizar el cálculo por computadoras.

Para resolver las dificultades que continuamente se presentaban en ese campo la empresa decidió contratar un experto norteamericano para que introdujese los aspectos prácticos. Los ingenieros mexicanos se retiraron ofendidos, pero la firma parece haber conseguido, con la ayuda de ese experto, formar nuevo personal local que auna alto nivel teórico con eficiencia práctica. Este proceso formativo de contratar un experto extranjero para capacitar internamente a su personal lo repitieron en el caso de la construcción de maquetas.

Ocupando el segundo lugar entre las firmas de ingeniería de proceso, se encuentra otra empresa mexicana que, a diferencia de la primera, no realiza construcciones industriales habiendo surgido, en cambio, como un desprendimiento de una empresa de ingeniería y de construcciones civiles.

En un tercer plano, se encuentra un grupo de empresas caracterizado por el hecho de que tienen menos recursos humanos y físicos que cualquiera de las dos empresas anteriores y por la circunstancia de que en su mayoría están asociadas con empresas de ingeniería externas que tienen en ellas participaciones que pueden alcanzar el 49% de las acciones en ciertos casos. En el cuadro V-8 damos las características de una de esas empresas, junto a las que corresponden a las dos mayores.*

* En la estimación de las horas hombre anuales disponibles para ingeniería los criterios, tanto en esta tabla como en la incluida en el capítulo argentino, parecen ser muy dispares. En algunos casos esas horas parecen referirse solamente a los ingenieros y técnicos del plantel permanente, en otros parecen incluir también el personal administrativo.

Una de las firmas nacionales de este grupo menor parece reflejar una filosofía de acción particular. Ha sido firmada por un ingeniero mexicano que actuó como representante una firma proveedora de equipos en Argentina, donde incursionó también como contratista de proyectos industriales. A su regreso, reunió un pequeño grupo de especialistas en procesos (en la empresa trabajan en total unas 40 personas) y se dedicó a hacer el diseño de partes especiales y complicadas de las grandes instalaciones. Pemex y las compañías de ingeniería más grandes lo subcontratan para complementar, con el alto grado de especialización de este grupo, el grueso de su propia ingeniería. Aparentemente, la idea central de la empresa sería la de no crecer demasiado y preferir trabajos intensivos y profundos en el campo de procesos, en lugar de un afianzamiento por conquista de grandes contratos que obligarían a crear fuerzas de trabajo pluridisciplinarias y a abarcar distintos sectores industriales.

Lo curioso es que este pequeño grupo tiene oficinas en varios lugares del interior de México y también en Texas, en los Estados Unidos. Algunas de las empresas de ingeniería extranjeras que tienen filiales propias en México, o que están asociadas a algunas de las empresas locales más pequeñas, suelen, sin embargo, formar "joint ventures" o acuerdos especiales con alguna de las dos mayores para ciertos trabajos en los cuales ellas entregan la tecnología al nivel de ingeniería básica. Asociaciones de este tipo estaban operando en los trabajos de explotación del cobre de Cananea, en la central nuclear de Laguna Verde, en una planta de amoníaco para Pemex y en una planta de papel para Perú.

Mención aparte merece el Instituto Mexicano del Petróleo, (IMP), que reúne en sí las características de una incipiente fábrica de tecnología para el sector químico y petroquímico; de una empresa de consultoría que organiza y planifica el conocimiento necesario para el desarrollo del sector; y de una empresa de ingeniería que proyecta y calcula las instalaciones industriales de Pemex y está mostrando vocación para salir fuera del ámbito de la empresa estatal mexicana para entrar a competir en el mercado de la ingeniería latinoamericana.

Cuando se nacionalizó el petróleo, los países cuyas compañías habían sido afectadas impusieron un bloqueo sobre las compras mexicanas de productos, de repuestos para las instalaciones, de tetraetilo de plomo para las naftas, etc.* Algunas empresas de ingeniería, muy ligadas a las empresas petroleras, tampoco quisieron trabajar para Pemex, pero una firma norteamericana, hasta entonces fuerte sobre todo en la tecnología del acero, vigorizó sus elementos especializados en procesos y comienza a servir al ente estatal. Mucho más adelante, éste conseguirá que otro gran consorcio norteamericano forma con él una sociedad mixta, controlada por el Estado Mexicano, para producir el antidetonante. Así, poco a poco, Pemex fué superando la desorganización de los primeros tiempos.

Parecería ser que algunas administraciones de Pemex prefirieron en un comienzo no confiar trabajos a firmas locales porque temieron que, en las condiciones socio-políticas de México, los políticos les impusieran candidatos de poca confianza. Aparentemente, si la empresa estatal no hubiese utilizado, como argumento, la necesidad de contar con la seguridad de ejecución que representaba la ingeniería externa, con múltiples antecedentes en el campo, habrían florecido empresas formadas nada más que para conseguir trabajos de Pemex por influencias políticas, sin preocuparse por capacitar recursos humanos de calidad adecuada ni por dotar a la organización de una infraestructura física que permitiese un trabajo eficiente.

Cuando Pemex consigue que los proyectos principales sean atendidos por empresas de seriedad reconocida internacionalmente, recurre a una de las empresas locales mayores para que le ayude a coordinar y supervisar los distintos trabajos que tenía distribuidos entre diferentes empresas. Ello ocurre en 1957/58 y, dos años después, esa misma empresa local realiza para Pemex la ingeniería de una planta de ciclohexano con tecnología externa.

Comenzaba así a volcarse la ingeniería de detalle hacia el mercado local hasta que, en 1965, se crea el Instituto Mexicano del Petróleo como organismo descentralizado, con personería jurídica y patrimonio propio, para suministrar a Petróleos Mexicanos los servicios tecnológicos necesarios para el funcionamiento óptimo de sus explotaciones y para la realización de

*A. de la Vega Navarro, *La Société Mexicaine Nationale Pemex et l'ingénierie*, IREP, Grenoble, 1970, pág. 3.

nuevos proyectos. En ese momento las firmas locales pierden un gran cliente, que aunque sigue recurriendo para el suministro de tecnología al exterior, comienza a realizar su ingeniería internamente.

Hoy el Instituto, a pesar de contar con un cuadro de personal de más de 2.000 personas, de las cuales 600 son profesionales universitarios, enfrenta un volumen de trabajo que supera su capacidad instalada y está volviendo a utilizar ingeniería de empresas privadas mexicanas como complemento de su potencial propio. Cabe hacer notar que la mayor de esas empresas mexicanas, como trabaja simultáneamente en ingeniería y en construcciones, siguió actuando como contratista de Pemex en ese último terreno, casi sin interrupción desde 1958.

El IMP se ha establecido en un terreno de 120.000 m² en el Distrito Federal y ha erigido allí 20 edificios con una superficie cubierta de 33.500 m². Cuenta con equipo de laboratorios, talleres y mobiliario que representan una inversión superior a los 10 millones de dólares y ha creado centros de trabajo en cuatro puntos del interior de México.

La subdirección de estudios económicos y planeación industrial es el núcleo de la actividad consultora del IMP. En ese sentido, ha elaborado un plan de crecimiento a largo plazo de la industria petrolera y petroquímica básica que permite a las autoridades Pemex contar con un marco de referencia para la toma de decisiones. Son tres los planes que se han terminado (1969/78-1970/80-1973/82) y que se revisan anualmente.

Otros trabajos típicos de consultoría realizados por esta subdirección son los siguientes:

- evaluación de proyectos de inversión.
- estudios de los costos de perforación de pozos.
- modelos de distribución de los productos en el país y estudios de mercado.
- estudios econométricos de la demanda nacional y regional de los productos petroleros y petroquímicos.
- estudios para la obtención de financiamientos externos para proyectos de inversión específicos.

El IMP acaba de ganar un estudio de optimización del transporte y distribución del petróleo en el Ecuador que será realizado en la sub-dirección de Estudios Económicos y Planeación.

Las subdirecciones de tecnología de exploración, tecnología de explotación y tecnología básica de procesos, constituyen el núcleo de la fábrica de tecnología. De ella han surgido:

- catalizadores para algunos de los procesos utilizados por Pemex.
- mediciones de parámetros termodinámicos que apoyan la ejecución de las ingenierías de proceso.
- trabajos geológicos y geofísicos que soportan la búsqueda de nuevas áreas petroleras.
- evaluación y desarrollo de aditivos y otros productos químicos utilizados en las distintas fases de la explotación petrolera.
- programas de cálculo para espaciamiento óptimo entre pozos, para el estudio integral de explotación de yacimientos de gas, para determinar las caídas de presión bajo diferentes condiciones de flujo y en distintos sistemas de tuberías, etc,
- estudios de recuperación secundaria de yacimientos por inyección de agua o de vapor.
- procesos de hidrosulfuración catalítica, de demetalización selectiva de residuos pesados, de isomerización de parafinas normales y de xilenos, de elaboración de alquifenoles, de recuperación criogénica de hidrocarburos licuables del gas natural, de obtención de resinas polietilen-asfálticas, etc.

El IMP está en condiciones de ofrecer tecnologías propias para 4 procesos de refinación, para 6 procesos petroquímicos, para la elaboración de tres diferentes tipos de catalizadores y para la fabricación de aditivos a utilizar en diez tareas diferentes. El principal consumidor de esas tecnologías es, por supuesto, Pemex, pero ya se ha vendido una planta de demetalización de residuos pesados en Colombia y se ha licenciado a una empresa privada en México para utilizar el proceso de obtención de nonilfenoles.

La comercialización externa de las tecnologías desarrolladas se realiza a veces en combinación con firmas de ingeniería mexicana. Así la mayor de

ellas se presentó conjuntamente con el IMP en la licitación internacional para la ampliación de una destilería en el Perú.*

La ingeniería, o sea la utilización del conocimiento propio y el ajeno, se realiza principalmente en la subdirección de ingeniería de proyectos, que hasta 1974 había realizado 11 proyectos para Pemex con un costo de inversión de más de 63 millones de dólares. En la segunda mitad de ese año, tenía en ejecución, también para Pemex, otros 26 proyectos, con un monto de inversión de casi 362 millones de dólares. Se calculaba que para terminarlos entre 1974 y 1976, hacían falta 2,3 millones de horas hombre de profesionales, técnicos, dibujantes y administrativos.

Varias divisiones como la de tecnología de materiales, la de electrónica, la de computación y la de información y difusión apoyan tanto los trabajos de investigación y desarrollo experimental como los de ingeniería y de asistencia técnica a la industria.

Cabe desatacar la labor de capacitación que realiza el Instituto tanto para los 8.700 profesionales universitarios que trabajan en la industria petrolera mexicana como para los técnicos intermedios que también entregan sus esfuerzos a ella.

Entre 1967 y 1974 se habían organizado 686 cursos de especialización para profesionales sobre tecnología de materiales, interpretación sísmica sobre computador, perforación direccional, extrapolación de plantas piloto a escala industrial, catálisis homogénea y heterogénea, control de calidad, ingeniería de sistemas, control de refinerías, etc. Un 10% de esos cursos fueron dictados por expertos extranjeros.

En aproximadamente el mismo lapso se impartieron 3423 cursos que beneficiaron más de 55 mil trabajadores y técnicos sobre más de 200 temas diferentes: máquinas; herramientas; mecánica de motores de combustión interna; soldadura; procedimientos de perforación, terminación, reparación y mantenimiento de pozos; carpintería; técnicas para el manejo de los sistemas de computación; procedimientos para los trabajos administrativos; técnicas pedagógicas a aplicar en las guarderías infantiles; técnicas de manejo de enfermos

y de mantenimiento de equipos hospitalarios; etc,

El IMP habría disminuído bastante los costos de ingeniería de los proyectos de Pemex. De la Vega Navarro* decía en 1970 que el precio que Pemex pagaba al IMP se estimaba en un 30% inferior al que hubiera que tenido que abonar a sociedades de ingeniería extranjera. La estimación que pude recoger en 1974 ubica el costo de la hora de ingeniería del IMP entre 10 y 12 dólares. Si así fuese esos costos representarían aproximadamente un 50% de los precios de venta de ingeniería extranjera y serían ligeramente superiores a los precio promedio ofertados por las empresas de ingeniería mexicanas ese año.

En el corto y mediano plazo Pemex seguirá necesitando tecnologías externas y muchas de ellas no pueden obtenerse sin adquirir simultáneamente la ingeniería de detalle, ya sea porque las firmas que proveen la tecnología lo imponen con condición "sine qua non" o porque determinados créditos ligados obligan a hacerlo.**

El IMP parece haber tenido en ese sentido una política sana. No se dejó tentar por el camino fácil y prestigioso de la llamada "investigación pura" ni corrió tras la quimera de pretender lograr para Pemex una rápida autarquía tecnológica. Prefirió empezar ayudando a Pemex a resolver sus problemas más inmediatos y adquiriendo el dominio de la ingeniería de los procesos petroleros y petroquímicos ya instalados. Los desarrollos tecnológicos vendrían como consecuencia y estarían orientados por la producción y para ella. A las investigaciones se recurriría únicamente para soportar esos desarrollos tecnológicos con conocimientos que no pudiesen ser tomados del conocimiento de libre disponibilidad.

Mi demasiado breve visita al IMP me impide juzgar si ese ideal ha sido alcanzado. Supongo que por tratarse de un mal universal también en el IMP debe de haber grupos de investigación más preocupados por el consenso de sus pares en el mundo que por la aplicación de sus conocimientos a la realidad que los circunda. Pero de todos modos lo que puede observarse es que el Instituto está lanzado en la vía descripta y está comenzando a alcanzar algunos objetivos dentro de ella.

* De la Vega Navarro, A., *La Société Nationale Mexicaine Pemex et l'engineering*, IREP, Grenoble, 1970, pág. 3

** Solamente en los EE.UU trabajan para ese consorcio 4.000 ingenieros en diseño de procesos.

Tampoco he podido penetrar las razones por las cuales el IMP firmó un acuerdo con un fabricante extranjero de tecnología para efectuar desarrollos tecnológicos conjuntos, prefiriendo atarse a un socio único en lugar de buscar para cada tipo de proyecto el compañero de fórmula más adecuado o ventajoso.

El grupo IMP-Pemex constituyen un buen ejemplo de alianza entre creación, ingeniería y producción. Los recursos humanos de Pemex pueden concentrarse en la producción y la resolución de los problemas a ella ligados (trouble-shooting). Esa acción debería generar a su vez proyectos de optimización de las instalaciones existentes o de búsqueda de nuevos procesos o productos, que luego el IMP podría evaluar, organizar y realizar buscando tecnología propias y/o ajenas y utilizando ingeniería propia y/o ajena según conviniese en cada caso. La etapa final, la construcción de las nuevas instalaciones o la modificación de las existentes recaería en Pemex quien a su vez podría recurrir como complemento a la capacidad de las firmas de construcción y montaje ya instaladas en México. Se me ocurre que en ésta asociación sinérgica las oficinas de Pemex en el extranjero podrían servir como agentes de venta no solamente de la capacidad de ingeniería sobrante que pudiera tener el IMP por sobre sus compromisos con Pemex y/o de las tecnologías que el IMP desarrollase, sino también de las tecnologías y/o fuerzas de ingeniería disponibles para ser ofertadas en el exterior por el conjunto de empresas mexicanas de ingeniería: claro que, siguiendo esta línea de pensamiento, las embajadas mismas de nuestros países latinoamericanos y no solamente las pocas oficinas de los grandes entes estatales petroleros deberían ser activos agentes comerciales de los productos y servicios que las respectivas economías fuesen capaces de generar, en exceso, por sobre la demanda interna. Pero, por algo conviene esperar...

EL FUTURO DE LA INGENIERIA DE PROCESOS EN MEXICO

El crecimiento cuantitativo y la capacitación cualitativa de la ingeniería de procesos mexicana fue verdaderamente espectacular en los últimos veinte años. No obstante parecería ser que en el futuro inmediato la demanda puede superar la capacidad de oferta instalada.

Se calcula que entre todas las empresas privadas, es decir excluyendo el IMP pueden generar unos tres millones de horas hombre de ingeniería por año*. Las demandas probables a partir de 1974 se estimaban por otra parte en la siguiente forma:**

Sector	Lapso que abarcan las inversiones en años.	inversión total en millones de dólares	Horas hombre de ing.necesaria
Minero	8	870	7.250.000
Químico y Petroquímico	5	350	2.900.000
Petróleo	7	1.160	12.000.000
Fertilizantes	5	40	420.000
Acero	5	800	8.300.000

Esto daría un promedio de 5 millones de horas hombres requeridas por año en los primeros cinco años. Sin contar las horas que las empresas de ingeniería de procesos deberán dedicar durante ese lapso a proyectos de generación de energía y de transformación industrial de alimentos.

En la estimación anterior la demanda del sector químico y petroquímico parece haber sido sub-valorada. El IMP presumía que las inversiones en los ru-

** Estimación del Ing. Rafael Pardo Grandison.

** La estimación pertenece al Ing. Enrique Ruanova Dufoo. Debe haber sido hecha considerando que la ingeniería representa entre el 8 y el 10% del monto total de inversión y que la hora hombre de esa especialidad se vende en México a un precio que oscila entre 8 y 10 dólares.

bros intermedios y finales de la industria petroquímica podía absorber ellos - solos los siguientes valores entre 1975 y 1980.*

rubro	inversión estimada en millones de dólares
fibras artificiales y sintéticas excluyendo el polipropileno	321,6
resinas sintéticas y plastificantes	76,7
polímeros	95,1
fertilizantes	17,4
plaguicidas	16,6
elastómeros y productos relacionados	17,6
productos intermedios diversos	264,6
Total.....	809,6

Esto llevaría la cuota de demanda, que no podría ser satisfecha por la capacidad instalada, a una cifra aún mayor. La solución podría venir: a) por el crecimiento simultáneo de todas las empresas existentes, manteniendo aproximadamente la misma participación en el mercado, que tienen actualmente; b) por un crecimiento más acelerado del grupo de empresas más pequeñas; c) por una mayor participación del sector estatal; d) por una mayor afluencia de ingeniería externa, e) por una combinación en proporción variable de todas esas modalidades de acción

Simultáneamente se observa que las empresas de ingeniería mexicanas buscan proyectarse hacia el exterior de México, especialmente hacia otros países centro y sudamericanos

Tres motivos fundamentales impulsan esa tendencia:

- se busca compensar los períodos de recesión interna con la demanda externa, suponiendo que la probabilidad de que los ciclos recesivos coincidan es pequeña.
- la exportación de servicios de este tipo es un factor de prestigio que puede generar beneficios internamente.

* El cuadro fue construido en base a los cuadros II-13; III - 11; IV - 19; V -12 VI- 10; VII-10 del trabajo Desarrollo y Perspectiva del Sector Secundario de la Industria Petroquímica publicado por el Instituto Mexicano del Petróleo en 1973. Los valores de inversión en pesos mexicanos se pasaron a dólares estadounidenses considerando una tasa de cambio de 12.50 pesos mexicanos por dólar.

- cuando se poseen desarrollos tecnológicos propios, la venta de los mismos en el exterior permite obtener mejores márgenes de utilidad.

En ese sentido, la empresa mayor se está convirtiendo en un verdadero grupo económico mexicano de actividad transnacional. En 1974 estaba programando extenderse a otros mercados externos, además del latinoamericano donde ya trabaja desde hace un tiempo. Sus directivos proyectaban negocios en los países árabes, en el sudeste asiático y en el lejano este.

Un hecho interesante es que los programas de exportación de las dos principales empresas de ingeniería mexicanas se basan principalmente en desarrollos tecnológicos nacionales y que esos desarrollos fueron el resultado de alianzas entre empresas productivas y esas empresas de ingeniería, en las cuales casi no tuvo intervención el sistema científico-técnico del país.

Los ingenieros mexicanos que fundaron las primeras empresas de ingeniería de procesos en el país diseñaron una evolución que debía comenzar por la única actividad permitida por la realidad empresarial mexicana, la de servir como auxiliares en los estudios previos y en la construcción de las instalaciones industriales. Terminaron conquistando la ingeniería de detalle de los proyectos y, recién ahora, empiezan a pensar en la creación de ingenierías básicas propias. Han llegado a un punto en que la acumulación de capital financiero y humano permite afrontar las erogaciones y los riesgos que involucra un desarrollo experimental y la posterior comercialización de los conocimientos tecnológicos generados.

Quizás los desarrollos más promisorios sean aquellos que permiten obtener papel incluso papel para diarios, del bagazo que se obtiene como residuo de la molenda de la caña de azúcar. Uno de esos procedimientos nació por iniciativa de un empresario mexicano, que asociado a una firma extranjera, ya estaba produciendo ciertos tipos de papel, especialmente el llamado higiénico. Separó sus ideas sobre cómo llegar a fabricar papel para diario del patrimonio de esas empresas mixtas y las protegió con patentes a su nombre en México y otros países. La idea carecía de ingeniería básica adecuada para ser aplicada o vendida y fue la empresa de ingeniería quien ayudó al inventor a efectuar en forma orgánica el desarrollo experimental del proceso. Como México no tenía equipos adecuados se prepararon algunas toneladas de pulpa y se enviaron a los E.E.U.U. donde se -

transformaron en papel que luego se probó en diarios mexicanos. El proceso está siendo negociado ahora en varios países latinoamericanos y permitirá a muchos países en desarrollo reducir sus importaciones de papel aprovechando un residuo de la fabricación de azúcar.

Otro procedimiento interesante es el que permite reducir el contenido en anhídrido sulfuroso de los gases de chimenea, transformándolo en sulfato de amonio que puede ser usado como fertilizante. Fue desarrollado en los laboratorios de la empresa de ingeniería más importante y, por sus bajos costos de instalación y de inversión, comienza a interesar aún en los países más industrializados, donde los problemas de contaminación atmosférica son muy agudos.

En el triángulo formado por las unidades creadoras de conocimientos, las unidades productoras de bienes y servicios y las firmas de ingeniería ninguno de los lados presenta vínculos de unión muy fuertes.

No he podido recoger ningún ejemplo de conocimientos y de procesos que hubiesen sido generados en alguna universidad o laboratorio de investigación y luego desarrollados tecnológicamente por una empresa de ingeniería, para su ulterior comercialización. El procedimiento de obtención de alumina a partir de alunitas, concebido en la Universidad de Guanajuato, está siendo desarrollado internamente por una empresa estatal mexicana. Los ejemplos de asociaciones creativo-productivas de ese tipo no abundan y tampoco he encontrado muchos casos como el de fabricación de papel de diario a partir de bagaso en el que se hubiesen asociado una empresa productora con una firma de ingeniería para un desarrollo experimental y/o la comercialización de un proceso.

Cuando un productor de acero mexicano desarrolló un proceso de reducción directa de mineral de hierro, lo entregó para su comercialización a una empresa de ingeniería norteamericana. Como no obtenía ventas por ese conducto en un momento dado le quitó la exclusividad a la empresa extranjera, pero no pensó en una asociación con firmas de ingeniería mexicanas para promover la utilización del proceso, sino que se lanzó a negociarlo por su cuenta.

Las firmas de ingeniería locales señalan con frecuencia la falta de confianza del empresariado nacional en las fuerzas de ingeniería del país. Un solo error que estas comentan borra en la mente de los empresarios locales cien buenos antecedentes.

A menudo se observa en el ámbito latinoamericano esa desesperanza frente al adentro y esa confianza puesta en el afuera.

Actitudes de ese tipo se darían sobre todo en los empresarios que habrían invertido en la industria capitales formados en la actividad comercial. A ellos les resulta difícil valorizar debidamente el trabajo de los ingenieros y de los técnicos. Están acostumbrados a negociar cosas y prefieren que las plantas les sean entregadas como un paquete integrado con un sello, marca o garantía de calidad. Si esa calidad es de importación tanto mejor. Por el contrario los ejecutivos mexicanos de las empresas más grandes, muchas de ellas nacionales, suelen ser profesionales que, ayudados por un entorno político y emocional favorable - asumen con más facilidad los riesgos de la desagregación de los paquetes tecnológicos. Por supuesto que no hay que dejar de ver que los primeros arriesgan su capital propio, mientras los segundos juegan con capital ajeno..... y con su puesto en la empresa.

Otro aspecto de las relaciones entre el sector productivo y el creativo mexicanos que puede influir en la evolución de la utilización local de los conocimientos es el que se refiere a la formación de los recursos humanos en ingeniería. Según comentarios que he podido recoger en las firmas de ingeniería visitadas, solamente un 20 % de los graduados tendría nivel suficiente para las tareas más creativas. Por otra parte, la formación de cuadros técnicos intermedios (dibujantes proyectistas, calculistas, asistentes de montaje, etc) parece ser insuficiente en cantidad y calidad. Debido a ello muchos de esos puestos intermedios son ocupados por los ingenieros de menor nivel*, lo que hace que la relación ingeniero/técnicos no sobrepase en México la proporción 1:2 mientras que en los países centrales suele llegar a 1:5

Finalmente, un factor intrínseco muy importante, que va a marcar el futuro de las empresas de ingeniería, es su propia forma de organización. En las más grandes el capital está concentrado en muy pocas personas: sus fundadores y actuales directores. Ninguna cotiza sus acciones en la Bolsa. La experiencia de nuestros países enseña que la mayoría de las sociedades familiares suelen tener

* También algunos de los ingenieros más capaces, destinados a ser ingenieros de proyecto y de diseño, suelen pasar por esos puestos intermedios en su proceso de aprendizaje. Pero no quedan allí por mucho tiempo.

un ciclo de vida que se identifica con el de sus fundadores. Luego suelen disgregarse aunque hayan crecido y se hayan desarrollado mucho. No alcanzan el grado de permanencia de las grandes corporaciones donde unos pocos ejecutivos manejan un gran capital ajeno, de pequeños accionistas, que prácticamente no intervienen en la marcha de la empresa. Los gerentes y directores generales de esas corporaciones pueden cambiar, y en la práctica cambian con bastante frecuencia, pero quienquiera ocupe esos puestos tendrá interés en que la empresa se mantenga y crezca para a su vez crecer y mantenerse con ella. Los herederos de grandes fortunas familiares, en cambio, pueden preferir realizarlas para consumirlas o para invertirlas con objetivos distintos. Además ¿quién puede garantizar que la armonía entre los fundadores se mantenga entre sus sucesores?

Sin embargo, algunos de esos grandes grupos familiares suelen sobrevivir largamente a sus fundadores mediante oportunas alianzas entre algunos de los sucesores, desplazamientos de otros e inyección temporaria de elementos externos de conducción, cuidadosamente seleccionados y rápidamente cooptados por la alianza en el poder.

Otra vía que puede resultar tentadora en México para asegurar la permanencia de una empresa consiste en aliarse con intereses externos, más fuertes y más viejos en el mercado.*

Pero seguramente el Estado mexicano ha de tener también su palabra a decir, Porque aunque su Instituto del Petróleo crezca y alcance una magnitud suficiente como para organizar sus actividades de consultoría, de investigación y de ingeniería en empresas independientes e interrelacionadas, necesitará siempre el complemento de fuertes empresas nacionales en su propio campo y en campos conexos.

El quid de la cuestión reside en mantener un equilibrio entre el espíritu de iniciativa del empresario privado y los intereses públicos, tanto por una adecuada redistribución de los medios de producción de servicios que cada sector posee, como por una apropiada regulación de las funciones involucradas en la propiedad de esos medios. O sea, encontrar una respuesta al interrogante que hemos usado como encabezamiento

* Un artículo del Mexican - American Review, (México's English Language Business Magazine), agosto 1974, pág. 8, menciona que habrían existido aperturas de firmas externas para afiliar a ellas a la mayor de las empresas de ingeniería mexicanas.

del Capítulo III.

De todos modos ese no sería sino uno de los problemas y por cierto no el mayor de los muchos que México deberá afrontar. El crecimiento, la estabilidad y el control nacional de su ingeniería no pueden desligarse del crecimiento, la estabilidad y el manejo independiente de su sociedad. ¿Hasta cuándo podrá mantenerse una estabilidad monetaria con un endeudamiento externo creciente? ¿Hasta cuándo podrá mantenerse una estabilidad política en medio de las tensiones provocadas por estructuras agroindustriales que se basan en la existencia de sectores pauperizados, muchos de cuyos integrantes ya ni siquiera tienen la mísera parcela ejidal que los ataba incestuosamente a la madre tierra y les hacía autoreprimir parcialmente sus deseos de acceder al bienestar, ese bienestar que los medios masivos de comunicación les están mostrando que en alguna parte del propio México existe?

LAS INGENIERIAS MEXICANA Y ARGENTINA Y LAS CORPORACIONES TRANSNACIONALES

La comparación de los casos argentino y mexicano en el campo de la ingeniería de procesos hace resaltar una diferencia neta de comportamiento entre filiales de una misma corporación multinacional en uno y otro país. Ello lleva a pensar que dichas corporaciones, aunque actúen siguiendo líneas de conducta generales codificadas por sus centrales, pueden introducir variantes locales. Algunas surgen de las características psicológicas de quienes dirigen las filiales y de los lazos que se establecen entre ellos y la sociedad local. Otras dependen del grado de asociación financiera entre la corporación y los capitales locales.

Las filiales a 100% de capital externo parecen tener amplio acceso al reservorio de conocimientos de la casa matriz y poca autonomía local en sus decisiones tecnológicas. Por el contrario, la participación de capital local restringiría el acceso al conocimiento generado en la central tanto más cuanto mayor fuese esa participación, pero incrementaría, en igual medida, la libertad para utilizar el potencial científico y tecnológico del lugar donde la empresa está implantada.

Se observan también diferencias de comportamiento de una a otra corporación. Por ejemplo, en las firmas de ingeniería he podido recoger la impresión de que las corporaciones con sede en EE.UU. son más flexibles que las europeas en la adaptación de tecnologías a las condiciones locales y en el recurso a elementos constructivos y humanos del país. En las empresas mexicanas se comentaba que un director de proyecto europeo, especialmente si la casa matriz es francesa, tiene que consultar decisiones a veces nimias con hasta dos o tres instancias de la organización madre, mientras que el equivalente norteamericano suele venir munido de mucho mayor poder de decisión. Mi experiencia argentina apunta el mismo sentido, aunque, como contrapartida, debo señalar que he observado en los expertos e ingenieros europeos una mayor facilidad para mezclarse con la sociedad local e interesarse por su cultura, mientras los norteamericanos tienen tendencia a crear una cultura de enclave.

El desarrollo de servicios de ingeniería locales juega un rol muy importante en la permeabilización de la frontera entre el espacio de la corporación transnacional y el espacio nacional. Lo curioso es que en México la propia acción de las filiales ha favorecido esa permeabilización y ha agrandado las superficies de frontera, incorporando a su espacio de trabajo las firmas nacionales pre-existentes o que se fueron creando, en lugar de desarrollar con elementos locales una ingeniería intraempresaria, como ocurrió en Argentina.

A pesar de ello, las filiales mexicanas tampoco se apartaron activamente de las tendencias tecnológicas prevalecientes en sus organizaciones madres para buscar un desarrollo realmente autóctono. Allí, al igual que en Argentina, siguiendo las modas centrales y buscando beneficios altos y rápidos, se prefirieron las síntesis orgánicas a la agroquímica o la silvoquímica, a pesar de que éstas podrían haber contribuido, quizás, a una evolución más equilibrada de muchas áreas rurales. Sería interesante efectuar estudios en diferentes países comparando costos y beneficios, tanto a nivel privado como social, de una y otra alternativa para fabricar un mismo producto. En este terreno hay que caminar con precaución para evitar pisar las trampas que tienden la regresión, el eficientismo o la utopía. La regresión, romántica a veces, olvida o finge olvidar la mugre, la miseria, la enfermedad, la explotación inicua, la esclavitud, contemporáneas de un pasado del cual se quiere rescatar un supuesto contacto bucólico con la naturaleza.

El eficientismo descuida al individuo en aras del progreso. Ignora, o pretende ignorar, que una mejor vida biológica es condición necesaria pero no suficiente para una sociedad feliz, integrada por individuos autónomos que interactúan activamente y que saben y pueden disfrutar de su energía libre. El costado romántico del eficientismo quisiera poder aplicar sus técnicas a una sociedad sin conflictos y conseguir que, aún siendo desigual, se comporte ordenada y pacíficamente.

La utopía es totalmente romántica. Descolgada de la realidad, no se preocupa por saber cómo ir transformándola para conducirla a la ilusión soñada. Supone que alcanzada la utopía, no se sabe cómo, los conflictos desaparecerán.

Las sociedades parecerían estar exigiendo un eficientismo utópico y sistémico, que analice y delimite las posibilidades de la sociedad actual sin olvidar, disimular o soslayar el conflicto, y que diseñe una utopía que tampoco excluya la contestación y el antagonismo como objetivo para el sistema así estructurado. Para tratar de llevar el conjunto actual a la configuración deseada, se aplicarían tecnologías eficientes que se irían modificando a medida que la evolución del conjunto y las presiones de los conflictos, a su vez mudables, obligasen a introducir cambios en el recorrido, o en la forma de realizarlo.

Las corporaciones multinacionales constituyen elementos bien presentes y bien reales de cualquier sistema nacional que querramos analizar. Ellas representan una cifra de ventas global de 600.000 millones de dólares por año, más de 80.000 filiales en el mundo, una tasa de crecimiento medio de 10% por año, o sea cerca de dos veces la de la producción mundial y reservas "libres" de capitales estimadas en cerca de 130.000 millones de dólares.* En el camino hacia cada una de las utopías particulares que puedan diseñarse como meta deseada ellas pueden poner piedras o tender puentes. Por colaboración o por oposición, por presencia o por ausencia, directa o indirectamente, ellas serán actoras inevitables en el drama evolutivo. Todo lo que podamos hacer para comprender mejor las características de su espacio, transparentándolo y multiplicando los canales de transferencia biunívoca a través de las fronteras entre ese espacio y el nacional, ayudaría a integrarlas como compañeras de la comunidad. Ellas no se dejarán usar como compañeras de ruta y los países procurarán no ser gastados ni como peones ni como reyes, en un tablero de ajedrez que sólo ellas quisieran manejar.

El informe Linowitz** señala que "a medida que las empresas multinacionales, cuyo tamaño y poder económicos pueden ser mayores que los del país donde se hace la inversión, van desempeñando un papel mayor en América Latina, va surgiendo una preocupación natural en los países donde se hacen las inversiones acerca de si le será posible tratar en forma efectiva con tales empresas" y

* Datos tomados de Gilles y Bertin, "La croissance des sociétés multinationales bilan et perspectives", N°323, noviembre 1973, pág. 983.

** Informe preparado por una comisión de veintitrés miembros presidida por el ex-embajador de los Estados Unidos ante la Organización de Estados Americanos, Sol Linowitz, sobre las relaciones de su país con América Latina. Fue entregado al gobierno norteamericano el 29 de octubre de 1974 y publicado en español en el diario La Opinión de Buenos Aires el 17 de enero de 1975.

también que "preocupa al gobierno de los Estados Unidos si esas inmensas corporaciones se comportarán de conformidad con los intereses nacionales de Estados Unidos".

Es que, como bien dice Bertin*, "la ventaja que procura a los Estados Unidos el excedente comercial y financiero derivado de la acción de las sociedades multinacionales es una cosa y otra el desequilibrio de empleo resultante de esa misma acción".

Por otro lado, cuando los países tratan de controlar al menos en parte la acción de los grandes consorcios, imponiendo restricciones al movimiento de capitales, las empresas transnacionales reaccionan buscando modificar el contexto político nacional a su favor o adoptando estrategias diferentes como la de sustituir las inversiones directas por contratos de asistencia técnica y financiera sin aporte de capital.

En el campo de la industria de procesos encontramos ya muchos ejemplos de operaciones de este último tipo, sobre todo con los países del Este. Una sociedad de ingeniería que forma parte de un grupo transnacional francés firmó un contrato con Pekín del orden de los 50 millones de dólares para el estudio, la ingeniería, la provisión de equipos, la supervisión del montaje, y de la puesta en marcha de un complejo que proveerá 90.000 ton/año de acetato de vinilo a partir de gas natural.**

Un consorcio franco austríaco vendió llave en mano por 20 millones de dólares dos complejos industriales para producir furfural y derivados a partir del bagazo residual de la caña de azúcar en Bolivia. Luego se ocupará de administrar las plantas y de comercializar los productos.***

Utilizando un procedimiento americano y financiamiento italiano, una sociedad de ingeniería francesa realiza una unidad de producción de monómero de cloruro de vinilo en Sofía (Bulgaria).****

El crecimiento de las firmas transnacionales no es sino un aspecto "el más

* Gilles y Bertin, artículo citado.ppg. 987

** Nouvelle de La Chimie, Génie Chimique-Chimie et Industrie. , Vol 106, N°15, Julio 1973, pág. 1051/1052.

*** Ibid.

**** Ibid, N°13, pág. 927.

espectacular quizás, pero no el único y quizás no necesariamente el más importante, de una evolución global que es la internacionalización de la economía" que "se manifiesta también por fenómenos tales como la universalización de los mercados y la homogeneización de las técnicas y de los productos".*

Por la vía de contratos como los mencionados, las corporaciones transnacionales invierten sus disponibilidades y las arriesgan sin fijarlas en activos, pero movilizan al mismo tiempo su capital tecnológico valorizando factores escasos en los mercados internacionales como las tecnologías de producción y gestión, es decir, en última instancia, la competencia de sus hombres.

Además de las diferencias de comportamiento, que hemos señalado muy al pasar, entre distintos grupos transnacionales y entre filiales de un mismo grupo en diferentes países, el crecimiento cuantitativo de las corporaciones y su diversificación cualitativa en cuanto a mercados, productos, procedimientos de fabricación y modalidades de comercialización y de gestión puede llegar a originar conflictos, quizás ya presentes, pero no muy estudiados, entre las administraciones locales y las direcciones centrales.

Quizás las luchas entre los poderes nacionales y los transnacionales se estén asemejando a los enfrentamientos entre poder laico y poder eclesiástico del siglo XIX, que terminaron en casi todas partes por dar al César lo que era del César y a Dios lo que era de Dios. Tal vez los estados se acostumbren a convivir también con los poderes económicos transnacionales, fijando reglas de juego muy claras que tengan en cuenta tanto los intereses particulares y diferentes de cada estado, como los intereses también particulares de cada inversor, vendedor o asistente técnico-económico.

La comparación de las experiencias argentina y mexicana en el campo de las industrias de proceso me hace pensar que todavía queda mucho por estudiar acerca del rol que pueden jugar las firmas de ingeniería y consultoría locales dentro de una evolución compleja y conflictiva, que debería buscar la utopía eficiente entre otras cosas permeando las fronteras de las grandes corporaciones y conjugando, en lo posible, su espacio transnacional con el nacional.

* Hanappe, Paul, *Stratégies spatiales des firmes multinationales*, Pág.69-Vol. XIII, N°1, 1974, pág. 18.

LA CONSULTORIA MEXICANA

Su panorama es muy similar al argentino, pero parecería que ningún organismo del sector público ha intentado hasta el momento organizar "la gran consultora nacional" como en Argentina. Lo que sí se observa es la misma alternancia entre la función pública y la dirección de empresas consultoras que ya señalamos en el caso argentino y el hecho de que también la consultoría mexicana constituye el refugio de algunos intelectuales de valor, celosos de su independencia de criterio.

Estos, parecerían haberse despojado mejor que sus colegas argentinos de igual nivel e idéntica orientación progresista, de los elementos románticos* que la educación latinoamericana introduce en la formación profesional. Se percibe que han internalizado la idea de que su trabajo no solamente debe proporcionar los satisfactores adecuados para su subsistencia y perfeccionamiento sino permitir formar capital suficiente como para asegurar la estabilidad y el desarrollo de la actividad que ejercen.

Algunas consultorías son muy técnicas y están muy especializadas. Por ejemplo, en la organización de proyectos de obras de infraestructura como puentes, caminos, etc. Se me señalaba el caso de un ingeniero mexicano que habría realizado prácticamente todos los proyectos de molinos de trigo del país. Muchas de estas consultoras son en realidad firmas de ingeniería que utilizan la experiencia acumulada por algunos especialistas. Las ingenierías básicas que estos preparan son aprovechadas por empresas productivas, por otras firmas de ingeniería que realizan sobre ellas la ingeniería de detalle o por firmas consultoras que sobre esas ingenierías básicas organizan los estudios de factibilidad de proyectos.

Las consultorías técnicas especializadas trabajan generalmente por un precio alzado. Así, la ingeniería básica de un matadero frigorífico para aves costaría alrededor de 4.000 dólares. Se estimaba que por esta vía los ingenieros de mayor nivel y más conocidos podían redondear ingresos de hasta 5.000 dólares por mes.

Otro grupo de consultoras se ocupa en realidad de asesorar en administración de empresas y de efectuar supervisiones contables. Entre las más grandes (4 o 5), con alrededor de 400 empleados cada una, se encuentran algunas norteamericanas. El resto constituye un grupo de firmas más pequeñas, casi todas

Otros grupo de consultoras se ocupa en realidad de asesorar en administración de empresas y de efectuar supervisiones contables. Entre las más grandes (4 ó 5) con alrededor de 400 empleados cada una, se encuentran algunas norteamericanas. El resto constituye un grupo de firmas más pequeñas, casi todas ellas nacionales, que tienen en promedio unas 15 empresas clientes cada una, a las cuales aconsejan en el mando de la contabilidad y distintos aspectos organizativos, pero muy especialmente en la liquidación de los gravámenes fiscales.

Dentro de la actividad neta de la organización de conocimientos para proyectos de inversión, se encuentra un grupo de pequeños bufetes que efectúan estudios de factibilidad para instituciones financieras y 4 o 5 consultoras que, sin descuidar el nivel micro-económico como fuente de recursos, se especializan y prefieren estudios macro-económicos de desarrollo regional con introducción de innovaciones y formación de empresas para impulsar ese desarrollo. Estas consultoras suelen tener muy poco personal permanente y hacen frente a los picos de trabajo o a la necesidad de conocimientos especializados mediante contratos de obra con buenos elementos del sector público, poco aprovechados por éste. Aparentemente todo este sector sería nacional y el volumen de trabajo de las más grandes alcanzaría al cuarto de millón de dólares por año.

Por último, están los llamados consultores de mercadeo que, en realidad, son también asesores que aconsejan cómo vender, qué tipo de publicidad efectuar, qué canales de distribución escoger, etc. Parecería que muchas de ellas están ligadas a firmas de publicidad, cuyas carteras buscan engrosar con sus propios asesorados.

Resulta interesante destacar el asesoramiento que algunas de esas organizaciones prestan a la pequeña y mediana empresa mexicana en el campo del control de gestión. Mediante pequeñas computadoras, un profesional sería capaz de manejar hasta 100 pequeñas empresas diciéndoles mes a mes (por teléfono) cuáles son sus resultados, cómo se apartan de las previsiones y cuáles son los puntos que deben vigilar o corregir. El costo por empresa sería del orden de 100 dólares por mes.

CAPITULO VI

PROPOSICIONES PARA EL DESARROLLO

DE LA INGENIERIA DE PROCESOS EN ARGENTINA

Cuando la actividad social coordine con honestidad los intereses particulares, encontraremos que para el desarrollo no se necesita tan to tener más capital físico, humano o tecnológico, como aprovechar mejor el existen te.

CONSIDERACIONES GENERALES

Se dice que el mural que el mexicano Jorge González Camarena pintara en el IMP "representa la liberación de la energía petrolera del subsuelo, a través de la ciencia y la tecnología, para el beneficio de la humanidad.* La observación de ese mural me ha sugerido algunas cosas más : la humanidad parecería estar representada simultáneamente por una niña, a la cual la ciencia ha provisto de juguetes demasiado peligrosos para su edad, y por una mujer adulta que, siguiendo las indicaciones de esa misma ciencia es capaz de despertar las fuerzas de la Naturaleza y, transformar mediante ellas la propia Naturaleza de la cual surgen. Al hacerlo también la energía humana dormida, se aviva.

Coincidan o no esos sentimientos con los que movieron los dedos y la imaginación del pintor, lo cierto es que la alegoría trasunta solamente un aspecto de la realidad y lo idealiza. El hombre empezó a transformar la Naturaleza por el *hacer* y fue perfeccionando su acción empíricamente. Recién cuando esa actividad acumuló suficiente riqueza, algunos pudieron abandonar el hacer para dedicarse a investigar el *por qué* y el *como* de los fenómenos. Comenzó entonces, junto al proceso de formación de capital físico y financiero, la acumulación de capital tecnológico. A partir de ese momento ambos procesos interactuaron fuertemente. A medida que aumentó el caudal de conocimientos se incrementó el *hacer* y, cuanto más riqueza ese *hacer* creó tanto más fácilmente se profundizó en el *por qué* y se extendió el *saber cómo hacer*.

No abundan los ejemplos en que la ciencia misma haya impulsado el pasaje del *saber qué* y *por qué* al *saber cómo* utilizar el conocimiento, para llegar finalmente al *hacer*, a la utilización práctica del mismo. Parecería que abandonada a sí misma, a sus propios impulsos, la ciencia se autosatisficiera acumulando conocimientos de uso posible, sin preocuparse por transformar la posibilidad en realización. Pero, a su vez, la búsqueda del *saber como hacer* necesita manejar conocimientos ya disponibles sobre la ma-

*Revista del Instituto Mexicano del Petróleo - Julio 1974 - Vol VI, No. 3.

teria y la energía y saber indagar en los nuevos '*por qué ocurre ésto*' y los nuevos '*qué es esto*' que puedan surgir durante el desarrollo de tecnologías para el hacer.

Además, por rico que sea el stock de conocimientos tecnológicos disponibles, sus derechos solamente contribuirán al proceso de formación de capital en la medida en que sean organizados en proyectos (consultaría) y utilizados para construir instalaciones productoras de bienes y servicios (ingeniería , construcción).

La ciencia se encapsula fácilmente, en relación al país, y se comunica con fluidez hacia afuera. Su economía creativa tiende a ser de enclave. La investigación científica consume capital y los productos que de ella resultan para ser aprovechados requieren nuevas inversiones en desarrollos experimentales.

Estos consumen normalmente muchos más recursos que la creación científica y solamente puede, regenerar capital cuando existe una ingeniería lista para recibir sus resultados y utilizarlos en instalaciones productivas. Tal como se ejerce en la mayoría de los institutos tecnológicos latinoamericanos la actividad de creación de tecnologías no ha sabido generar por sí misma la ingeniería local capaz de aprovecharla. En cambio hemos visto que una ingeniería local económicamente exitosa, puede llegar, una vez afianzada, a generar conocimientos tecnológicos propios.

En los cuadros VI-1, VI -2, VI-3, VI-4, pueden verse algunas secuencias que me parecen típicas de la forma y tiempo de aparición de servicios de ingeniería locales en los países latinoamericanos. Factores particulares en cada uno de ellos pueden alterar el orden de las etapas o su naturaleza, pero , en líneas generales, siempre podremos distinguir procesos endogenados y procesos puestos en marcha por fuerzas externas. Un proceso exogenado típico es el de formación de grupos de ingeniería intraempresarios en filiales de grandes consorcios económicos, trans-nacionales " (VI 3). Generalmente, el crecimiento de esos grupos acompaña al crecimiento, de la empresa con una tasa que depende del grado de vinculación que se haya establecido con la ingeniería local extraempresaria.

ingeniería local extraempresaria.* Una curva de crecimiento tipo debe parecerse bastante a la dibujada en la figura V I-5. Los picos representados por nuevos proyectos se cubren con personal temporario o contratando parte de los trabajos con firmas de ingeniería.

En pequeñas empresas nacionales puede observarse, en cambio curvas de utilización de la ingeniería local tales como la de la fig. VI-6, aunque solamente en aquéllas más progresistas y mejor organizadas. Las demás suelen recibir el paquete tecnológico "llave en mano" y de ahí en más confían en la habilidad de quienes lo manejan. No se preocupan por crear servicios de ingeniería especiales internos ni por crear vínculos con las organizaciones de ingeniería que el país pueda ofrecer.

Los casos de pequeñas empresas bien organizadas que he podido estudiar en Argentina me permiten reconstruir una evolución tipo que se desarrollaría según las siguientes etapas durante el período en que es utilizado a tiempo parcial, el profesional realiza diseños y calculos para modificar equipos, introducir nuevos items en las líneas de fabricación existentes, y otras tareas similares hasta que se llega a un primer umbral en que el volumen de trabajo exige a la firma la incorporación del profesional a tiempo completo. Cuando el volumen de trabajo sigue creciendo, se suele alcanzar un segundo umbral a partir del cual el profesional deja de ejecutar personalmente los trabajos técnicos exigidos por la expansión de la empresa para convertirse en el nexo entre ella y los grupos de ingeniería externos, constituyéndose en una especie de núcleo mínimo esencial para la administración y la gestión de la tecnología dentro de la organización empresaria. Esta procura, ante todo, no aumentar sus gastos fijos creando servicios internos cuya utilización continua e intensiva no está asegurada. Por debajo del segundo umbral, la empresa no genera un volumen de trabajo que justifique contratar con firmas de ingeniería extraempresarias" comunicar a éstas sus ne-

Hemos visto que en México esos vínculos son más fuertes que en Argentina. Por consiguiente, en las empresas mexicanas los grupos de ingeniería internos deberían crecer más lentamente que en Argentina. Comparando subsidiarios de una misma corporación transnacional en uno y otro país se ve que esto ocurre efectivamente.

cesidades y vigilar la realización de lo encomendado le resultaría más costoso que pagar honorarios a un profesional que, en el tiempo que le dedica, está en contacto directo con los problemas de la empresa y con los objetivos y modalidades de acción de los empresarios. La situación se invierte al pasar ese segundo umbral: a partir de ese momento, ya hay alguien que puede sostener el diálogo con las fuentes extraempresarias de capital tecnológico, con la misma eficiencia con que los propios empresarios manejan el diálogo con las fuentes financieras.

Cuadro VI-1

Secuencia endógena privada

1
Ingeniería y construcción
de casas - habitación



Ingeniería y construcciones
civiles ligadas a obras de
infraestructura y edificios
industriales



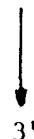
Ingeniería y construcciones
industriales diversificadas:
de procesos, eléctricos, elec-
trónicas, electromecánicas, nu-
cleares.

Ejemplo: El caso mexicano

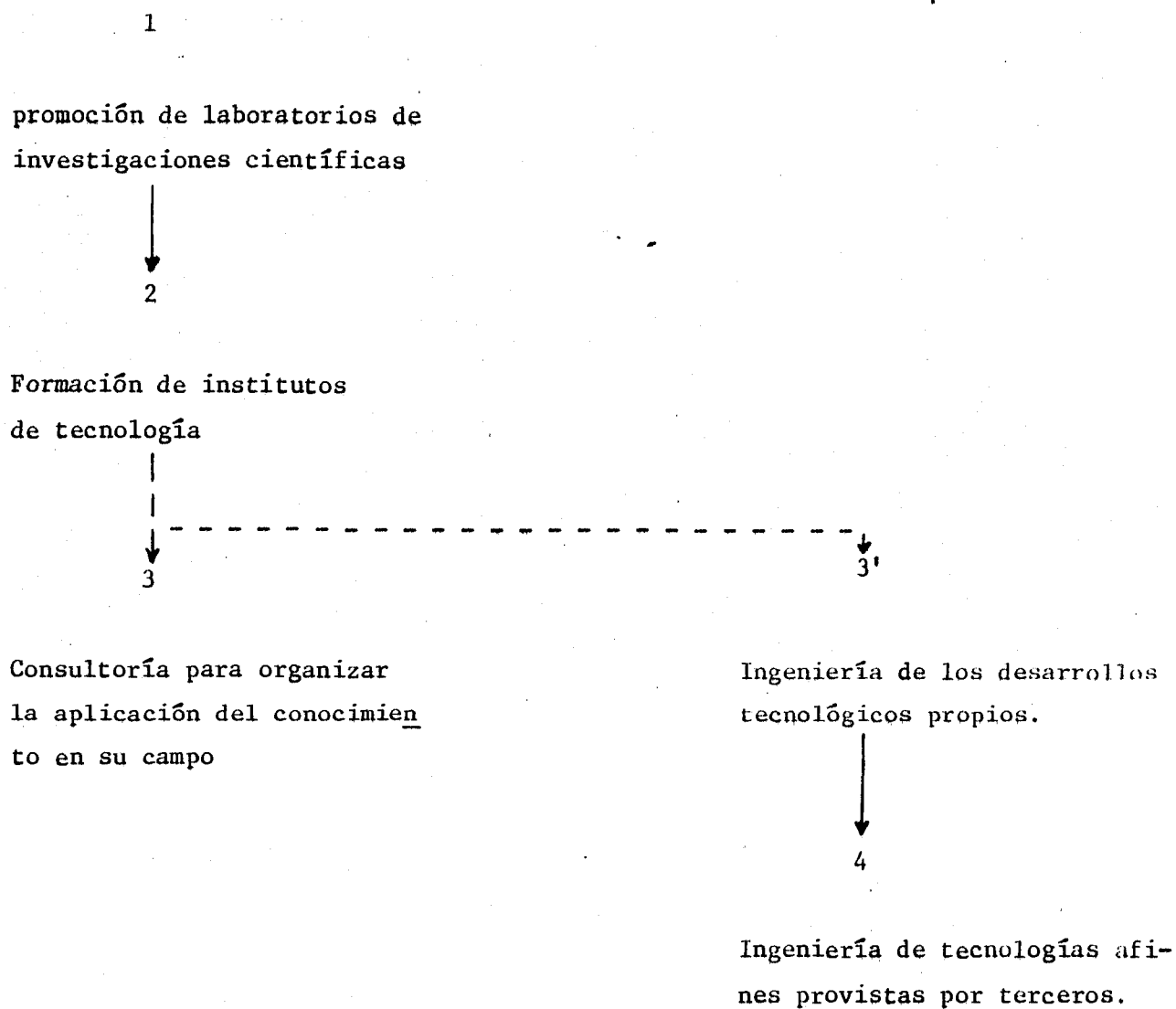
1'
Consultoría en diseño
y cálculos de edificios
de vivienda.



Consultoría en diseño
y cálculo de obras de
infraestructura.



Organización y evaluación
de proyectos agro-minero-
industriales.

Cuadro VI - 2Secuencia endógena estatal

Las líneas de puntos indican etapas difíciles de encontrar en América Latina.
Ejemplo: el Instituto Francés del Petróleo con Technip y el BEICIP de secuencia completa.

Cuadro VI - 3Secuencia exógena (tipo corporación transnacional productiva)

1

Implantación de una filial del grupo económico y formación de servicios de ingeniería propios

↓
2

Toma de control por el grupo local de la ingeniería de planta ligada al procedimiento (trouble-shooting)

↓
3

Organización de nuevos proyectos (consultoría interna)

↓
4

Ingeniería local interna de las tecnologías periféricas de los nuevos proyectos.

↓
5

Ingeniería local interna del total de los proyectos.

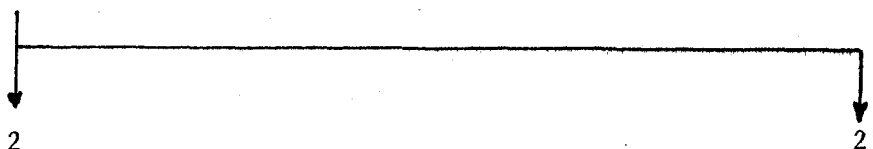
Ejemplo: Las grandes empresas de la industria química argentina

Cuadro VI - 4

Secuencia exógena (Tipo grupo de ingeniería transnacional)

1

Consultoría sobre
tecnologías especiali-
zadas: de proceso, eléc-
tricas, electrónicas, e-
lectromecánicas, nuclea-
res.



Construcciones y monta-
jes ligados a esas tec-
nologías.

Ingeniería local de las tecno-
logías periféricas.



Ingeniería local del total de
los proyectos

Ejemplo : La empresa A mencionada al estudiar el caso argentino.

Fig. VI - 5

Curva de crecimiento de los grupos de ingeniería internos
en una gran empresa

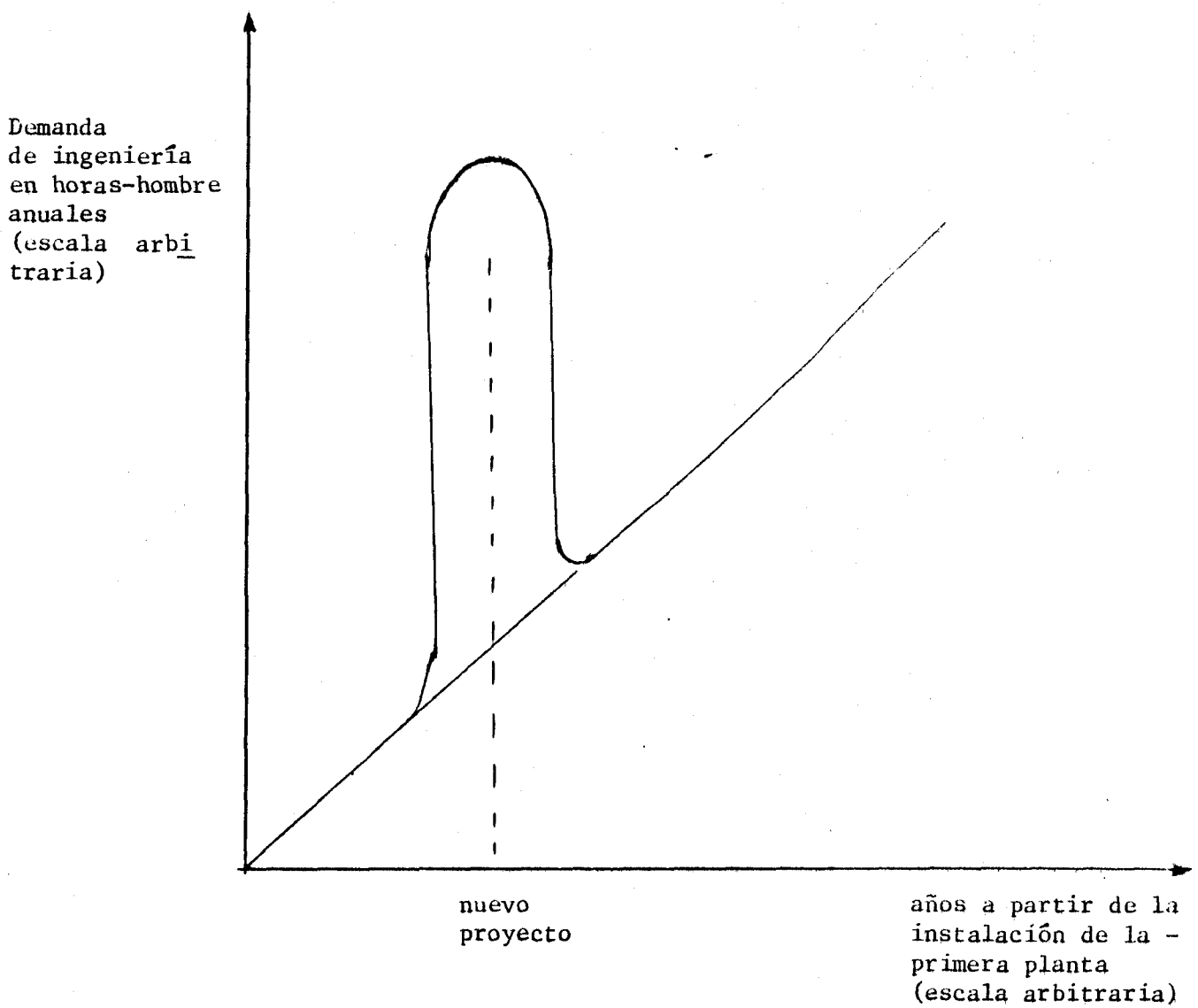
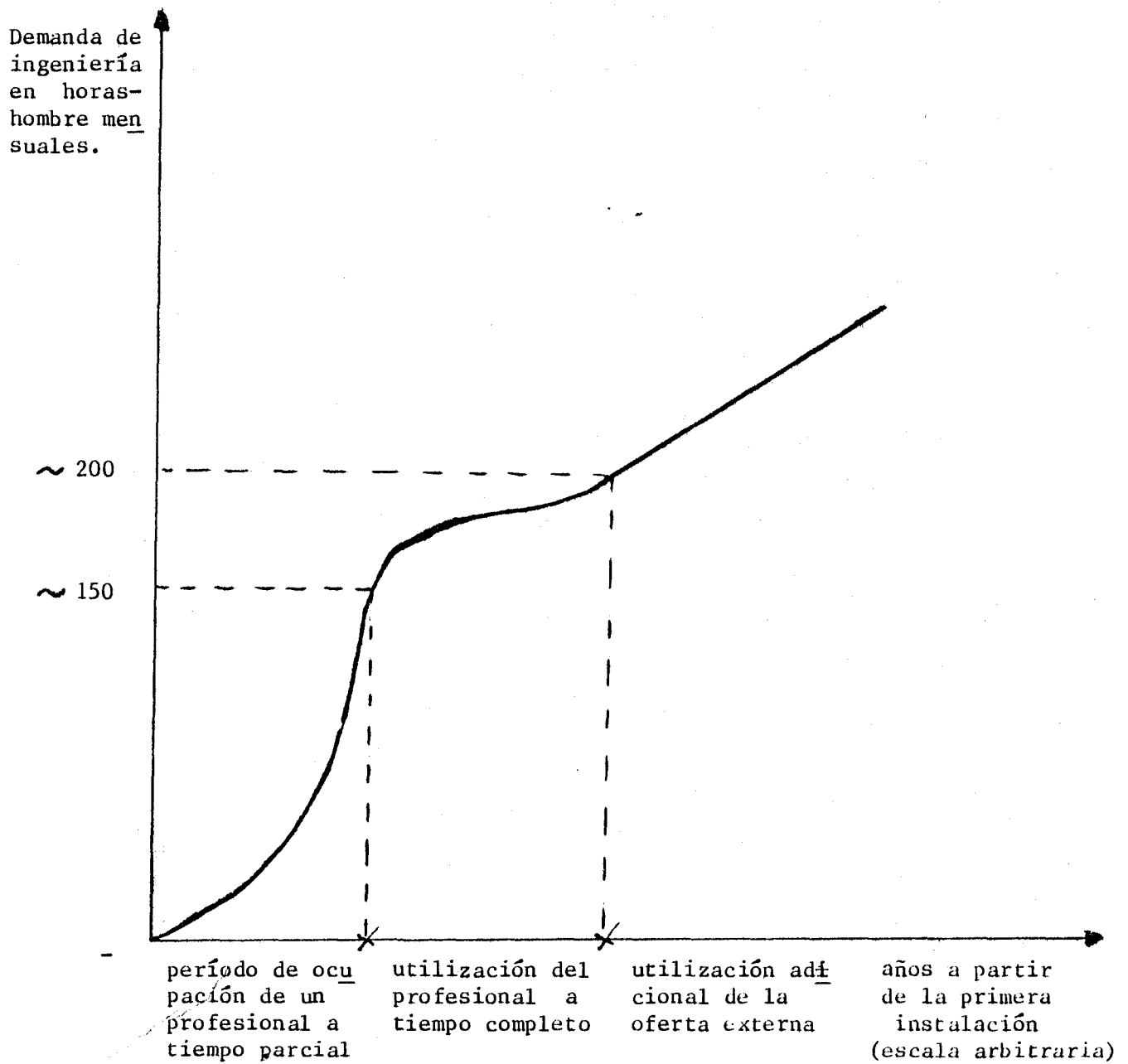


FIG. VI-6 - CURVA DE CRECIMIENTO DE LA UTILIZACION DE INGENIERIA EN UNA PEQUEÑA EMPRESA



Todas estas secuencias tipo pueden ser fuertemente modificadas, positiva o regresivamente, por la acción del Estado. Un caso de evolución de la ingeniería intraempresaria de una subsidiaria norteamericana en Argentina ilustra algunos aspectos de esa interrelación entre el desarrollo tecnológico local y las políticas del sector público. Cuando se instala la primera planta, en la década de los años treinta, la tecnología y la ingeniería vienen de la casa matriz, la construcción la realiza una compañía alemana instalada en el país que ejecutaba casi todas las grandes obras civiles gubernamentales, y la supervisión del montaje y del funcionamiento posterior de las instalaciones quedan en manos americanas hasta el nivel de capataces. Sin embargo ya en el primer año se toman doce profesionales argentinos que constituirán el núcleo sobre el cual se van a organizar los futuros proyectos. Cuando, diez años después se construyen nuevas plantas para procesos diferentes, la tecnología y la ingeniería siguen siendo suministradas por la casa matriz, pero en la supervisión del montaje intervienen los elementos internos locales y al amparo de una política más proteccionista, algunas empresas nacionales, comienzan a participar no sólo en las construcciones civiles, sino también en el suministro de algunos equipos. Se trata, sobre todo, de equipos periféricos, porque los aparatos y las maquinarias ligados directamente al proceso siguen siendo provistos por la organización madre.

En las ampliaciones y modificaciones posteriores aumenta la participación del grupo local de ingeniería, alentado por el hecho de que las trabas aduaneras crecientes para la importación de equipos habían obligado a la empresa a comprar un taller metalúrgico muy importante para fabricar por sí misma, en el país aquellos equipos cuya construcción, por el alto grado de tecnología cautiva incorporada, no se querían confiar a talleres ajenos.

Al liberalizarse nuevamente las importaciones la corporación vende el taller metalúrgico y retoma la política de enviar los equipos con tecnología específica del proceso desde los Estados Unidos. Abandona también, o por lo menos los deja dormitar, proyectos de integración que deberían completar con la producción de intermedios, la fabricación de los productos finales con los cuales había comenzado su actividad en el país.

En el interín la supervisión y la administración se fueron argentinizando hasta no quedar más que un vicepresidente ejecutivo como representante directo de la casa matriz. Simultáneamente se fue agrandando el equipo técnico local que, a fines de 1972, ocupaba a 310 profesionales universitarios. Un grupo de 50 investigadores y técnicos se dedicaba a adaptar y desarrollar tecnologías. Algunas tecnologías iniciales comenzaron a mostrarse insuficientes para atender el crecimiento de la demanda y las que podía ofrecer la casa matriz en reemplazo correspondían a una escala de producción demasiado alta: resultaba necesario, por lo tanto, comprar y adaptar tecnologías intermedias o bien desarrollarlas localmente. En ese mismo año, 1972, la empresa habría gastado en ese tipo de tareas alrededor de 800.000 dólares, o sea, aproximadamente un 1,5 % de sus ventas.

Actualmente, las grandes corporaciones transnacionales buscan reducir sus fuerzas de ingeniería propias también en los países centrales. Prefieren entregar los resultados de sus investigaciones a firmas de ingeniería para su desarrollo hasta ingeniería básica primero y hasta ingeniería de detalle después. Algunos de esos grupos de ingeniería han sido organizados por las propias corporaciones y mantienen con ellas lazos tecnológicos y financieros muy estrechos. La apertura hacia los mercados tecnológicos extracorporativos permite obtener mayor rentabilidad de las inversiones en investigación, beneficia a la corporación con la experiencia de proyectos ajenos y libera a la administración del sector productivo de la presión que le imponía la utilización regular, eficaz y plena de las enormes divisiones internas de ingeniería.

LA SITUACION ARGENTINA

En base a las consideraciones y ejemplos anteriores y a los estudios incluidos en el Cap IV de este trabajo, se puede trazar el siguiente panorama de la ingeniería de procesos en Argentina:

- 1.- Hay bastante capacidad instalada como para realizar localmente ingeniería de detalle en proyectos de industrias de proceso.
- 2.- Buena parte de esa capacidad se encuentra instalada dentro de las empresas productivas mayores.
- 3.- Los picos de demanda de esas empresas son cubiertas por una empresa de ingeniería y construcciones de un gran grupo transnacional, por la actividad marginal de otras empresas de ingeniería y construcciones no especializadas en industrias de proceso y por las oficinas de ingeniería de los fabricantes locales de equipos para industrias de proceso.
- 4.- La demanda superará ampliamente la oferta no bien se pongan en marcha los proyectos previstos para los próximos tres o cinco años.
- 5.- Es muy poco lo que se está haciendo localmente en cuanto a desarrollo experimental, es decir, en la etapa que toma conocimientos de laboratorio y los transforma en una tecnología utilizable.
- 6.- Las empresas privadas trabajan poco en esta etapa porque habitualmente adquieren tecnologías directamente utilizables con su ingeniería básica completa. En muchos casos, compran instalaciones "llave en mano"
- 7.- Se observa una política análoga en las empresas y organismos del sector público, a pesar de que Yacimientos Petrolíferos Fiscales tiene capacidad instalada para ingeniería y dinámica de procesos en sus laboratorios de refinación y petroquímica dentro del Departamento de Investigación y Desarrollo.
- 8.- La mayoría de las pequeñas empresas con industrias de proceso carecen de asistencia técnica adecuada y no pueden evolucionar en su gestión tecnológica siguiendo esquemas como los indicados en párrafos anteriores (FigVI-6)

Les suelen faltar recursos y orientación en la selección de los técnicos que pueden comenzar a ayudarlas, con ocupación parcial de su tiempo. Muchos de los pequeños empresarios carecen de la formación necesaria para saber organizar la tarea de estos técnicos de manera que vayan incorporándose progresivamente a la vida de la firma.

9.- Los lazos entre laboratorios de investigación y empresas productivas o de ingeniería son muy débiles y aislados. Los primeros no tienen, por lo tanto, clientes para sus resultados y no pueden orientar adecuadamente su búsqueda*

10.- Salvo en algunas ramas de la industria alimentaria, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial no ha trabajado prácticamente en este campo.

Dado este panorama, convendría que el Estado asumiera en los sectores terminales de la economía del conocimiento, consultoría e ingeniería, su rol de regulación y control, muy descuidado en el pasado. Para ello, debería intervenir en esos sectores como agente promotor y productor.

En 1971, en un trabajo que realizara con Alberto Araoz para el entonces Ministerio de Economía y Trabajo de Argentina, sosteníamos la necesidad de que el Estado contara con cuerpos técnicos, de primer nivel, especializados en cada uno de los sectores de actividad y capaces de asesorar los distintos organismos y empresas del Estado en sus decisiones tecnológicas. El estudio de la ingeniería de procesos en México y Argentina, realizado en 1974, me lleva a pensar que esos cuerpos técnicos deben intervenir en la ingeniería y la consultoría de sus respectivos sectores para promover y coordinar su organización y desarrollo.

La realidad de los países en desarrollo muestra que en ellos la toma de control nacional sobre la economía del conocimiento solamente puede realizarse desde abajo hacia arriba en la cadena de utilización. Solamente cuando se-

*Un empresario argentino me comentaba que había estado en contacto con un grupo universitario que estaba trabajando en catalizadores para hidrogenar estireno a etil-benceno, cuando la reacción industrial es justamente la inversa: la deshidrogenación del etil-benceno a estireno.

dominan la ingeniería, la consultoría y la creación tecnológica de un sector, se puede conectar la ciencia a la actividad productiva del mismo.

De cada una de las ingenierías fundamentales(procesos, eléctrica , electrónica de construcciones, agronómica, nuclear) deberían constituirse grupos reducidos, con profesionales de mucha experiencia , para coordinar y planificar esa toma de control y actuar con ojos y oídos nacionales en los respectivos mercados tecnológicos internacionales. Esos núcleos pequeños, pero homogéneos, coherentes y estables, deberían poder aprovechar socialmente las externalidades resultantes del capital tecnológico existente en las empresas privadas y movilizar , ordenada y eficientemente, la capacidad instalada en el sector público.

PROPUESTA PARA ARGENTINA

En el caso particular de la ingeniería de procesos en Argentina, convendría organizar una Sociedad Anónima que pudiese actuar con el máximo de agilidad y eficiencia .Su capital social debería ser integrado mayoritariamente por el Estado, constituyendo una Empresa Nacional de Ingeniería de Procesos(ENIP) El resto del capital sería ofrecido para su integración por las empresas con industrias de proceso, tanto públicas como privadas y por otras organizaciones ligadas también al sector*

Considero de mucha importancia que las organizaciones sindicales representativas del sector, como la Federación Argentina de Trabajadores de la In-

* Esta propuesta se inspira en su concepción general y en muchos de sus detalles en el antecedente de la Empresa Nacional de Investigación y Desarrollo Eléctrico(ENIDE S.A), promovida por Jorge A. Sábato mientras ocupaba la presidencia de una gran empresa estatal de servicios eléctricos. La idea de Sábato seguía ejemplos de países como Italia, Holanda y Francia donde empresas similares del sector público(Centro elettotecnico Sperimentale Italiano s.p.a Kema S.A Laboratoire Central des Industries electriques estaban produciendo y comercializando tecnología eléctrica. Si bien ENIDE no funcionó no puede decirse que la idea haya abortado. Alcanzó a nacer, puesto que incluso tiene depositados fondos a su nombre, pero, atacada de inmediato por una variedad del virus de la parálisis infantil mental, la cepa politicinensis latino-americanus, quedó detenida en sus primeros días de vida.

dustria química, participen de la administración de la empresa aportando - cuotas de capital. El secretario de la Federación mencionada me decía que muchas veces se habían planteado el problema de la influencia de la tecnología en el desarrollo económico-social del país, pero que siempre las urgencias de la actividad político-gremial les habían impedido estudiar la - cuestión con detenimiento.

He podido percibir que el sindicalismo descuida en sus análisis la importancia creciente que va asumiendo la tecnología como factor de producción. Sigue considerando a la economía exclusivamente en términos de capital y - trabajo, entre otras cosas, porque, indudablemente, son estos dos factores los que más abrumadoramente influyen en su quehacer cotidiano. No obstante ello, parecería conveniente que el sindicalismo comenzase a pensar también en el problema de los modos de producción que, ni bien se supera el - nivel de satisfacción de las necesidades del existir, alcanza tanta importancia como la cuestión de la propiedad de los medios de producción y la distribución de los excedentes generados por la actividad de esos medios.

Aún en las mejores condiciones político-económicas, si un país no sabe organizar sus proyectos de inversión y no es capaz de realizar la ingeniería de las instalaciones ligadas a esos proyectos, anudará fuertes lazos de - dependencia externa. A nivel individual, el tipo de tecnologías productivas, administrativas y comerciales que se empleen para incrementar la producción y distribución de riqueza dentro del país determinará, en buena medida, si la superación de la escasez conducirá a una desalienación gradual o si la entrega de energía para conseguir la subsistencia, a cambio de la generación de excedentes ajenos, será reemplazada por la enajenación resultante de buscar recursos adicionales para la posesión de cosas superfluas.

La participación en empresas como las que estoy proponiendo permitiría a los gremialistas un aprendizaje por la acción junto a profesionales y técnicos que tampoco entienden todavía mucho del problema. Unos están centrados en el "cuanto", otros en el "como". Ambos necesitan empezar a razonar y sentir el "para que" y "para quién"

También sería interesante que participasen cámaras empresarias como la Cámara de la Industria Química, la Cámara de Industrias de Proceso de la República Argentina, y asociaciones profesionales como la Asociación Química Argentina y la Asociación Argentina de Ingenieros Químicos, superando dificultades estatutarias las primeras y de financiación de sus cuotas de capital las segundas.

En el campo de las empresas, indudablemente el rol más activo debería corresponder al gran ente estatal petrolero (Yacimientos Petrolíferos Fiscales) y a las petroquímicas surgidas de la asociación de esa empresa con Fabricaciones Militares y Gas del Estado. Pero no solamente las empresas productivas deberían tener interés en suscribir acciones, también las empresas de ingeniería y/o consultoría y los laboratorios de investigaciones o institutos tecnológicos vinculados al sector se beneficiarían participando en la ENIP.

El Consejo de Administración de la empresa estaría integrado por ocho miembros. Cuatro serían designados por el Ministerio de Economía que podría representar al Estado en la Empresa. Tendrían un mandato mínimo de cinco años y uno de ellos, sería elegido de manera que reúna las condiciones necesarias para asumir la dirección general de la empresa con dedicación a tiempo completo. En su carácter de presidente-director general tendría doble voto en caso de empate.

Los otros cuatro miembros representarían al sector minoritario y serían elegidos uno por el grupo de empresas, laboratorios e institutos privados asociados, otro por el grupo de empresas, laboratorios e institutos públicos, el tercero por las instituciones financieras y el cuarto por las organizaciones gremiales que hubiesen suscripto capital. Estos directores durarían un año en sus mandatos a fin de permitir la renovación de empresas y organizaciones representadas.

Esto significa que el 49% del capital no suscripto por el Estado se dividiría en cuatro series de acciones que se pondrían a disposición de los respectivos sectores. Las fracciones que al finalizar el primer año no hubiesen sido integradas en cada una de estas series serían cubiertas por el

Estado, empresas del sector público o entidades financieras oficiales, dando preferencias a éstas dos últimas.

El núcleo inicial de trabajo convendría que fuese muy pequeño. Bastaría con que el director general fuese acompañado en su gestión por otros cinco profesionales senior: un ingeniero químico, un ingeniero electromecánico, un especialista en dinámica de procesos, un economista y un psicólogo social. El resto del personal se integraría con seis profesionales junior, doce técnicos (documentalistas, dibujantes, calculistas); cuatro personas formando un pool secretarial administrativo y dos auxiliares para limpieza y mandados.

La selección que el Estado hiciese para el cargo de director general y la nominación posterior del resto del personal por ese director general deberían ser guiadas únicamente por la búsqueda de la idoneidad para los cargos, sin interferencias políticas o ideológicas. Los concursos de oposición para llenar los puestos suelen tener poco valor. La capacidad de competir en un examen no siempre va ligada a la excelencia de razonamiento, sentido común y formación. Además son bien conocidas las maniobras a que los concursos pueden dar lugar y la lentitud de su tramitación. Preferimos el expediente de una nominación directa ejercida por honestidad y preocupación social. Con conciencia de los riesgos que se corren, es necesario ir reemplazando el principio de desconfianza que acumula papeles sobre papeles y que cuanto más voluminosos hace los expedientes tanto más facilita el dolo, por el principio de confianza que, al transparentar las acciones, permite un mejor control social de la gestión.

Los recursos humanos de la empresa deberían contar, además, con seguridades de una estabilidad adecuada y de una retribución permanentemente actualizada, igual, o mejor, que la obtenible en niveles similares del sector productivo privado.

En las condiciones vigentes en Argentina en Enero de 1975, estimamos que los requisitos a exigir y las retribuciones a otorgar a cada una de las categorías de personal podrían ser las siguientes:

Categoría	Requisitos	Retribución pesos/año
Director-General	Haber realizado una labor tecnológica original, poseer capacidad para organizar y dirigir institutos de investigación y desarrollo experimental y grupos de ingeniería y haber realizado transferencia de resultados tecnológicos al sector productivo, Amplitud de horizontes culturales que facilite el manejo interdisciplinario.	300.000
Senior	Haber realizado trabajos de importancia y estar en condiciones de efectuar investigaciones y/o trabajos de ingeniería en forma completamente independiente .	240.000
Junior	Haber demostrado aptitudes para realizar investigaciones o trabajos de ingeniería bajo guía o supervisión.	180.000
Técnicos y Administrativos	Ciclo completo de educación secundaria y formación práctica de capacidad comprobada.	60.000 a 90.000
Auxiliares	Educación primaria completa	30.000

Las retribuciones propuestas están referidas a un índice de costo de vida de 3.837,3 y deberían ser reajustadas semestralmente en función de los valores de dicho índice fijados por el Instituto Nacional de Estadística y Cen

sos.

A fin de promover el arrigo en la institución, la antigüedad en el cargo sería compensada con una bonificación de 2% por año, hasta un máximo de 30%, correspondiente a 15 años de permanencia en la empresa.

Los miembros del Consejo de Administración que no ejerciesen funciones ejecutivas, cualesquiera fuesen los lazos de dependencia que pudieran mantener con otras instituciones o empresas, serían retribuidos con 24.000 pesos por año, reajustables sobre idénticas bases que las otras retribuciones, como premio por su obligación de dedicar un día completo por mes a reuniones destinadas a analizar la marcha de la empresa. Esto permitiría elegir como miembros del consejo también a profesionales independientes, quienes se verían estimulados a seguir de cerca la marcha de la organización. Todos los directores que nombrase el Estado deberían tener fuertes antecedentes en investigación, desarrollo experimental y/o trabajos de ingeniería para industrias de proceso. La representación de los otros accionistas debería hacerse obligatoriamente a nivel de directores, gerentes o administradores generales, en el caso de las empresas y entidades financieras, y a nivel de presidente o secretario general en el caso de organizaciones gremiales

Todo el personal se desempeñaría con dedicación exclusiva, permitiéndose solamente el ejercicio de la docencia mientras la misma se realice en institutos situados en el mismo lugar donde tenga su sede central la empresa.

Se puede estimar:

a) la necesidad de locales, en 400 m².

b) la inversión en equipos, muebles y documentación científica y tecnológica en cinco millones de pesos argentinos*

Calculados sobre la base de una tasa de cambio de 10 \$ por dólar y un índice de precios mayoristas de 3.163,7 (INEC)

c) los gastos corrientes de operación en 11,5 millones de pesos por año sobre la base del presupuesto indicado en el cuadro VI-7.

d) una oferta de 50.000 horas anuales de servicios o su equivalente en obras sin contar el trabajo del director general.

Si se vendieran todas las horas disponibles, el presupuesto de gastos sería cubierto valorizándolas a 250 pesos, precio perfectamente admisible teniendo en cuenta el nivel de capacitación de los recursos humanos de la empresa.

Cuadro VI- 7

-PRESUPUESTO DE GASTOS DE LA ENIP (1^{er} año)

1 - Sueldos	4.008.000
Director General	300.000
5 profesionales senior	1.200.000
66 profesionales junior	1.080.000
16 técnicos y administrativos	1.200.000
2 Auxiliares	60.000
7 Directores	<u>168.000</u>
2 - Cargas Sociales *	2.404.800
60 % sobre sueldos	
3 - Alquiler locales	
400 m2. x 100 m2./ mes x 12 meses	480.000
4 - Gastos varios	
Papelería, luz, teléfono, viajes, etc.	500.000
5 - Contrataciones a terceros **	3.750.000
6 - Imprevistos	<u>357.200</u>
	<u><u>11.500.000</u></u>
	Total
Base de cálculo: Tasa de cambio, 10 pesos por dólar	
Indice de precios mayoristas : 3.163,7	

* Incluye asistencia médica integral y seguros acordes con las remuneraciones, además de las prestaciones establecidas por la Ley.

** Estas contrataciones responderían a objetivos propios como la formación del fichero de costos. Las contrataciones a quienes pudiesen obligar trabajos pedidos por terceros se cubrirían con fondos obtenidos de los respectivos demandantes para este fin. Es decir que todo cliente de la ENIP pagaría por un lado los servicios que ésta le prestare y, por el otro, aquellos

Como la empresa podría obtener beneficios también por la venta o licencia de tecnología cuyo desarrollo hubiese promovido y supervisado, no es aventurado pensar que al cabo de dos o tres años podría comenzar a generar fondos para autofinanciar su expansión.

Parto del supuesto de que todos los servicios, fuesen prestados al Estado o a empresas y organizaciones públicas o privadas, serían facturados, a precios que no solamente cubriesen los costos, sino que permitiesen al menos sostener el crecimiento de la empresa aunque no generasen beneficios de libre disponibilidad.

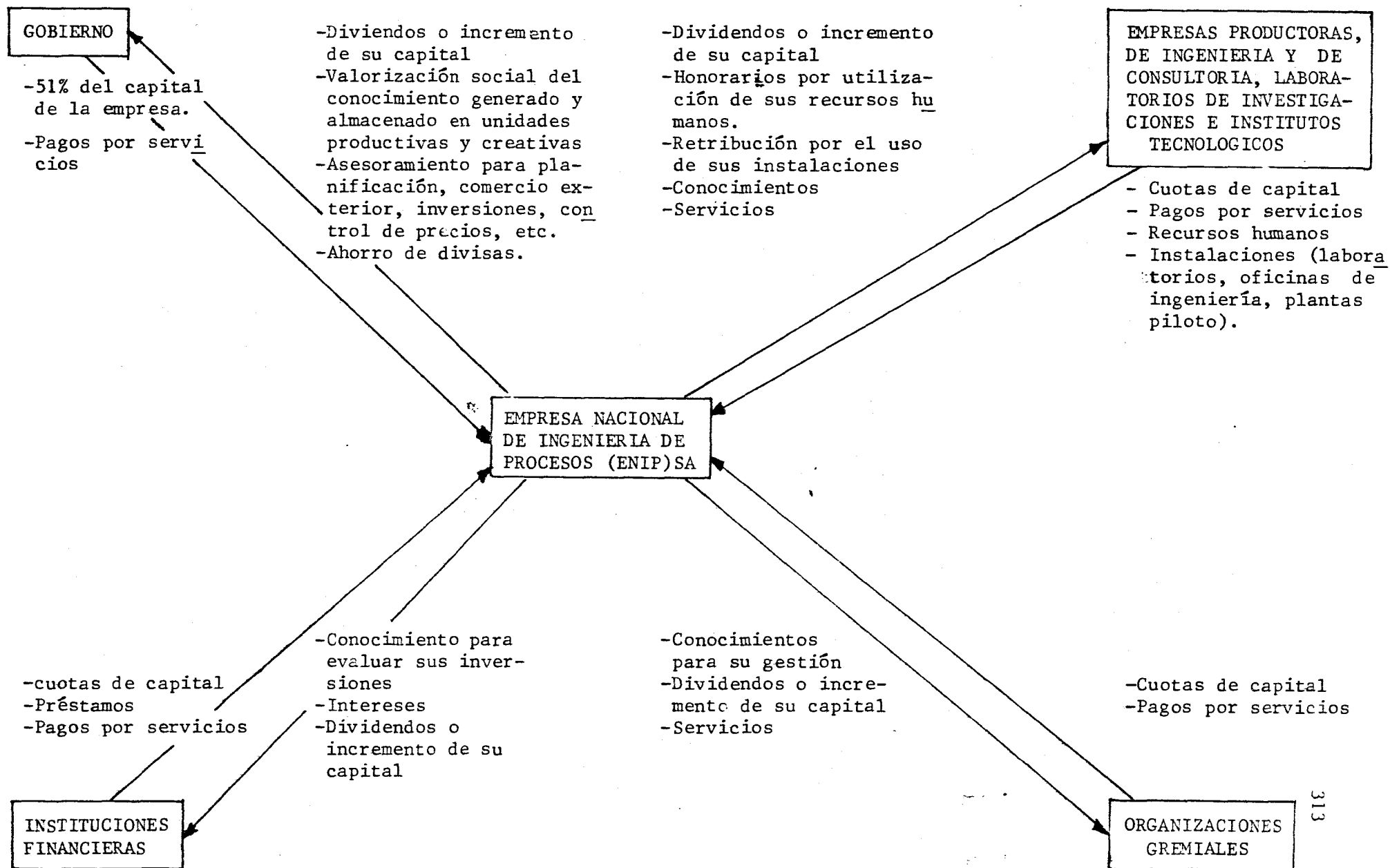
El esquema de la figura VI-8 muestra los elementos que puede ofertar y demandar cada uno de los grupos interesados en la empresa.

La empresa debería fijarse como objetivo general el de crear, almacenar, distribuir, utilizar, organizar, intercambiar, exportar e importar conocimiento científico técnico en el campo de las industrias de proceso. Pero sus primeras acciones estarían centradas fundamentalmente en:

- a) reforzar y coordinar el aprovechamiento de la capacidad instalada para realizar ingeniería de detalle en el país.
- b) promover la creación de tecnologías originales apropiadas a la escala de mercado y a las condiciones socio-económicas del país.
- c) promover la desagregación de los paquetes tecnológicos y su adaptación a las condiciones locales cuando fuese necesario importar tecnología.

En toda su actividad evitaría la duplicación de esfuerzos, aprovechando al máximo los recursos ya invertidos en activos fijos y en la formación de recursos humanos. Por ello, la empresa trataría de no crear laboratorios de investigación, plantas de desarrollo experimental, oficinas de consultoría o grupos de ingeniería propios. Repartiría los trabajos que surgiesen de su iniciativa o que le fuesen solicitados por empresas miembros o por terceros entre las organizaciones o institutos existentes, aquellos cuya formación promoviese e incluso los laboratorios, plantas piloto o servicios de ingeniería

CUADRO VI - 8.- FLUJO DE RECURSOS Y DE RESULTADOS ENTRE LOS INTEGRANTES DE LA E.N.I.P.



ría de las mismas empresas accionistas.

La ENIP no crearía un nuevo Instituto del Petróleo en su seno: trataría de que el existente fuese algo más que una biblioteca y un lugar de reunión. La ENIP no montaría nuevos laboratorios petroquímicos o petroleros: buscaría movilizar y optimizar la capacidad instalada en YPF que cuenta con más de 20.000 m². de superficie de laboratorios, talleres y plantas piloto y con casi 200 personas entre profesionales y técnicos en su departamento de investigación y desarrollo.

La ENIP no se transformaría en una empresa consultora para el sector: Ayudaría al Consejo Federal de Inversiones, si éste se organizase como la gran consultora nacional que quiere ser, y utilizaría también los elementos capaces actualmente dispersos entre distintas empresas consultoras, ninguna de las cuales está organizada específicamente para atender a las industrias de proceso.

La ENIP asesoraría al Estado en todos los problemas técnico-económicos relacionados con la planificación sectorial, el comercio exterior de productos resultantes de industrias de proceso y las inversiones extranjeras y nacionales, privadas y estatales, en el sector.

Con ese fin mantendría un fichero permanentemente actualizado con los costos de los bienes de capital, las materias primas, los insumos intermedios, los productos finales y las tecnologías que utilizara o produjera el sector,

Como lo reconoce el informe Linowitz *, el mercado de tecnología podría mejorarse si se registrara y se compartiera mejor información sobre los términos y los precios de la tecnología "

En la adquisición de tecnología en el exterior la ENIP podría intervenir en la selección y en la negociación de la tecnología más conveniente, prestando servicios de ese tipo tanto a empresas del sector público como del privado.

* Ver nota **, Cap V, pag. .

Por su actividad coordinadora y el hecho de tener un panorama permanentemente al día de la oferta interna de bienes y servicios sectoriales, podría establecer, además, el grado de desagregación con que cada tecnología debería ser introducida.

Por otra parte la empresa celebraría convenios para desarrollar o adoptar determinadas tecnologías, con empresas, laboratorios, institutos nacionales o extranjeros, eligiendo al asociado que más convenga en cada caso.

Volviendo al informe Linowitz, éste sostiene con acierto que "la transferencia de la tecnología toma muchas formas" y que "la habilidad que tengan las instituciones y las organizaciones para usarla es tan importante como el acceso a la tecnología misma". Reconoce simultáneamente con respecto a ese acceso que "la mayoría de las transferencias son el resultado de decisiones privadas de las corporaciones, casi siempre en la forma de inversiones de bienes" y que "el mercado, debido a los elementos monopolísticos que inevitablemente están presentes, no siempre rinde soluciones equitativas." Propone para remediar parcialmente la situación que los propios Estados Unidos hagan esfuerzos "para estimular a las empresas medianas y pequeñas a que vendan su tecnología".

En ese sentido, he podido apreciar que existe una fuente de tecnología que podría ser aprovechada por los países latinoamericanos en cuanto estos desarrollasen capacidad para organizar localmente sus proyectos y realizar la ingeniería de los mismos. Se trata de las ideas generadas en las unidades de docencia e investigación de las universidades de los países más industrializados y que muchas veces quedan en la etapa de laboratorio porque sus inventores no encuentran apoyo financiero en sus propios países para el desarrollo experimental de las mismas. La periferia podría beneficiarse recogiendo esos conocimientos básicos y edificando sobre ellos la ingeniería básica primero y la de detalle después. El inventor colaboraría asesorando en los trabajos de desarrollo experimental y de ingeniería que se realizaren en el país comprador y obtendría retribuciones crecientes por su idea a medida que los trabajos fuesen demostrando la validez y practicabilidad industrial de los conocimientos.

Me tocó promover personalmente un convenio de ese tipo. Un profesor norteamericano entregaba a una empresa argentina el conocimiento necesario para que ésta reprodujese en sus laboratorios un procedimiento que el investigador decía haber puesto a punto en escala de laboratorio y que según él podía :

- a) reducir en un tercio el consumo de energía en relación al proceso que en esos momentos empleaba la empresa argentina; b) emplear sólo una cuarta parte del insumo intermedio muy caro; c) aumentar el aprovechamiento de la materia prima y d) mejorar la calidad del producto final

En la primera etapa el inventor recibía un pago muy pequeño, pero si los resultados de laboratorio se reproducían en Argentina sin dificultad y confirmaban las ventajas pregonadas, la empresa efectuaba un segundo pago diez veces mayor que el anterior e iniciaba el desarrollo experimental, asesorada siempre por el vendedor del conocimiento

Si los resultados de la planta piloto mostraban coherencia con los de laboratorio y determinaban la factibilidad de extrapolarlos a la escala industrial deseada, el inventor recibía un tercer pago, tres veces mayor que el segundo, y continuaba asesorando al equipo argentino en la ingeniería de la planta. Al completar el tercer pago, la empresa argentina quedaba con plena posesión y propiedad de la tecnología desarrollada: podía usarla en cuantas instalaciones quisiese y negociarla en cualquier lugar del mundo. Solamente si concedía licencias a terceros se comprometía a hacer participar al inventor norteamericano con 1/3 de las regalías que recibiese.

Si lograba así un contrato de compra-venta real, minimizando los riesgos para el comprador, que no sabía, en el momento de la negociación, si estaba adquiriendo una probabilidad tecnológica o una ilusión científica y retribuyendo convenientemente y gradualmente al vendedor a medida que se afianzaba la posesión del conocimiento y se extendía su uso, transformándose de potencialmente utilizable (laboratorio) en utilizable (planta piloto) y, finalmente, en utilizado (plantas industriales).

La existencia de un grupo técnico como el que se podría formar alrededor de la ENIP facilitaría mucho el acceso a esas vías alternativas de suministro

de tecnología y permitiría a las pequeñas empresas del sector adquirir con mayor facilidad los insumos tecnológicos que necesitan para una actividad eficiente, ya que estas empresas no disponen normalmente de los recursos humanos necesarios para negociar y tomar decisiones adecuadas en lo referente a sus tecnologías de producción.

Otra tarea de importancia consistiría en la promoción de la estandarización. La fuerte dependencia de tecnología externa obliga al país a defenderse por lo menos de la introducción de equipos y accesorios con normas constructivas diferentes, que luego aumentan los costos por stock de repuestos, complican el reemplazo del parque de bienes de capital y dificultan su mantenimiento eficaz.

Además "si estamos de acuerdo en que problemas de rutina exigen soluciones de rutina que bastaría controlar periódicamente para que mantengan su validez, (se impone) la estandarización de todos los problemas y decisiones de diseño repetitivos de manera que el ingeniero químico pueda dirigir sus esfuerzos principales hacia lo creativo". "Cuando se ejecutan adecuadamente, los estandars proveen a cada ingeniero de la experiencia acumulada, cuidadosamente evaluada por un grupo de expertos" *

"El genio de la producción masiva de los Estados Unidos de América está basado, en parte, sobre el programa de estandarización de la American Standards Association, porque, sin la standarización de los componentes estructurales, cada trabajo sería una confección a medida" **

Muchas firmas productivas y de diseño de las industrias de proceso han comprendido los beneficios de la estandarización y han preparado estandars para equipos y procedimientos de diseño. Aunque valioso, cada uno de esos conjuntos, sufre de la visión miope resultante de la experiencia limitada de cada compañía. Esto es análogo a la rana en el pozo que no sabe nada del -

* H.F. Rase - The philosophy and logic of chemical engineering, Gulf Publishing Co. Houston, 1961, pág. 136.

** Ibid., pág. 137.

océano. Cuánto mejor sería si esos estandars pudiesen desarrollarse por cooperación de toda la industria"*

"Aquellos que pudieran sugerir que esto afectará la competencia deberían recordar solamente que la liberación de la mente de los empleados para el trabajo creativo va a incrementar, con seguridad, el tipo de competencia ilustrada que beneficia a todos. Es una pérdida de tiempo inexcusable guardar con gran cuidado y astucia métodos de diseño de rutina. Se forma un aura de autenticidad alrededor del método que alienta al mediocre a considerar estos *secretos* de compañía como llaves de la competencia, y la mediocridad avanza en espiral vertiginosa, a media que los *secretos* son discutidos y comercializados, pero nunca analizados en el foro de un debate profesional amplio" **

La ENIP por ser una empresa, controlada por el Estado, pero transparente - para el sector privado, a través de su participación directa en la misma , podría ocuparse de todos esos aspectos y movilizar el conjunto de la industria y la ingeniería de procesos nacionales, hacia un desarrollo armónico.

* Ibid., pág. 138

** Ibid., pág. 139

CAPITULO VII

ES POSIBLE UN CONSORCIO LATINOAMERICANO DE INGENIERIA?

*Llenaos mutuamente las copas
pero no bebáis de una sola copa.
Compartid vuestro pan
pero no comáis del mismo trozo.
Cantad y bailad y estad alegres
pero que cada uno sea independiente.
Porque los pilares del templo
están aparte.
Y, ni el roble crece
bajo la sombra del ciprés
ni el ciprés bajo la del roble.*

*Kahlil Gibran
(1883-1931)*

EL MERCADO LATINOAMERICANO

"Esta América india, milagrosa y fantástica, hizo todo a lo grande, desde el Norte hasta el Sur. Quiso mirar al cielo y se empinó en los Andes y en lugar de maderos, de estrellas fue su cruz"*

La geografía latinoamericana responde bien al canto del poeta. Esta parte del continente presenta:

- altas mesetas tropicales
- selvas espesas
- planicies cultivables inmensas
- larguísimas cadenas de montañas que se levantan hasta 7.000 metros
- ríos gigantescos
- panoramas que van desde el paisaje lunar de algunos desiertos hasta las fiestas de color, agua y cielo comparables a las de las más bellas reservas naturales que aún subsisten en el mundo.

Cuando los libertadores de América Latina y algunos de sus precursores alentaban la idea romántica de la patria grande hispanoamericana, la historia estaba dando toques finales de buril a una división política que esa geografía colosal, opuesta a las comunicaciones fáciles, cincelaba socialmente desde hacía mucho tiempo.

Si Europa, con diez millones de kilómetros cuadrados, profunda y largamente removida y mezclada por guerras y corrientes de conquistas diversas, termina dividiéndose en 26 estados diferentes, no es de extrañar que en América Latina, con más de veintidós millones de kilómetros cuadrados, se hayan formado veinticuatro naciones independientes y diecisiete pequeños territorios todavía dependientes de las grandes potencias centrales. La historia de los Estados Unidos de América del Norte es diferente, ellos no nacen a la vida independiente con sus casi diez millones de kilómetros cuadrados: los van integrando a través de un largo proceso de conquistas.

*Horacio G. Rava - Hijo de América-San Miguel de Tucumán, 1961

Dentro de contornos geográficos tan variados, se fueron conformando sistemas socio-económicos también muy diversos. Ya vimos diferencias: México recién se tranquiliza en los años veinte de este siglo y empieza a buscar penosamente su madurez, peleando por no tener nuevos "papás", cuando aún no ha resuelto del todo viejos conflictos de su ruptura con el ancestro indio y el antepasado español. Argentina, en cambio se europeiza y alfabetiza desde fines del siglo pasado.

Podemos señalar otras, Costa Rica, pequeña (50.000 km²), modesta (430 dólares - por habitante en 1968) aunque no muy justa (el 5% de la población más rica absorbe 35% del presupuesto), con poco analfabetismo (aproximadamente 25% en 1960) suprime las fuerzas armadas y gasta en educación ~~a~~ 1968 cuatro veces más que el Gobierno Central del Brasil, que, millonario en hombres (90 millones en 1969), millonario en tierras (98,5 millones de kilómetros cuadrados) y millonario en pobres - (50% de la población con un ingreso promedio per cápita de 130 dólares en 1967)- se industrializa hasta ahogar en cemento y acero al canto y el grito que le bullen en las venas.

En Perú, la sierra, dormida en los tiempos de Machu Picchu, separa la primitividad de la selva de la modernidad que le quiere entrar por la costa, mientras que Uruguay, abierto por los cuatro rumbos, recibe elementos culturales recientes y dre~~n~~na riqueza antigua, presentando valores de porcentajes de la población inscripta - en la educación superior (0,7% en 1968), de número de habitantes por médico (1.040 en 1967), de consumo de papel de diario (5,4 kg. por habitante en 1968) y de asientos en salas cinematográficas (71 por cada mil habitantes en 1963) comparables a los de algunos países europeos, en tanto que sus precios minoristas aumentan 220 veces entre 1950 y 1971 y su comercio exterior en el trienio 1968-70 se reduce a la mitad de lo que era en 1928-30.*

• En el Caribe, Haití no salió todavía del medioevo y Barbados parece un énclave -

* Los datos contenidos en éste párrafo y los anteriores han sido tomados de las siguientes fuentes: BID - Progreso Socio-económico en América Latina - Noveno informe Anual 1969 - Washington 1970 - OECEI - Argentina Económica y Social Buenos Aires-1973 - CEPAL: Estudios sobre la distribución del ingreso en América Latina 1967.

europeo, aunque moreno y no rubio* en tanto que Cuba rompe con los esquemas políticos tradicionales y cambia de color, después de ser durante mucho tiempo una pequeña alfombra verde, que "recogía marginalmente los gastos suntuosos de los reyes del azúcar y los dólares que sembraban los turistas americanos"**.

En ese contexto no es de extrañar que el diseño de una utopía como la del mercado común latinoamericano se haya ido desdibujando en el camino por alcanzarla y esté posiblemente necesitando ser reemplazada por un objetivo más fácilmente alcanzable.

El plan bosquejado en Montevideo en 1960 quiso llegar, en doce años, a la liberación total del mercado intrazonal y culminar después en un verdadero mercado común con una política económica común, un banco central supranacional y una moneda única. Al cumplir los primeros doce años de vida, la Asociación Latinoamericana de Libre Comercio (ALALC) no había podido terminar de negociar el levantamiento de las trabas aduaneras para una primera lista de productos y de las casi 11,000 concesiones de menores derechos de importación otorgadas, solamente un 36% habían generado comercio intrazonal.***

Los que iniciaron el movimiento (Argentina, Brasil, Chile, México, Paraguay, Perú y Uruguay) olvidaron tal vez que cada espacio económico es, a la vez, un espacio ecológico, un espacio social y un espacio cultural, con un complejo sistema de interacciones entre los elementos de su infraestructura y entre éstos y las respectivas superestructuras político-jurídicas. La integración de esos conjuntos en un sistema único exige por lo menos similitud, si no identidad, de objetivos y grados de desarrollo más o menos parejos.

Las dificultades que soportara, y que soporta aún la Comunidad Económica Europea, por su falta de integración política, se acentúan en Latinoamérica por la mayor desigualdad económica de los distintos países y sus diferentes grados de subordinación a los intereses externos.

*Algunos indicadores de las respectivas sociedades y economías pueden verse en la nota ** del Cap. V, pág. 242

** Christian Megrelis "Cuba purra-t-elle rester socialiste?" -L'expansion N° 15 enero 1969, pág. 60

*** Datos tomados de una serie de artículos reunidos bajo el título "El contradictorio destino de la ALALC y publicados por Miguel Angel García en el Diario LA OPINION. Buenos Aires, del 31/5/72; 1/6/72; 2/6/72; 3/6/72 y 4/6/72.

No obstante, el ejemplo de la ALAC muestra que cuando se diseña una utopía y se procura que los sistemas para los cuales fue elaborada se pongan en marcha tras los objetivos que ella fija, algo se logra, aún cuando el diseño se haya hecho sin un análisis cuidadoso de las condiciones que ofrece el conjunto para el cambio de configuración que se busca introducir en él.*

Lo que sucede en esos casos es que, a poco andar, las rutas se modifican tan profundamente y los objetivos se desdibujan tanto, que resulta difícil reconocer el plan original. Pero de cualquier manera el sistema ha sufrido modificaciones, por el solo hecho de ponerse a caminar persiguiendo la primera ilusión.

En el caso de la ALALC lo que se consiguió en esa evolución fue algo bastante positivo: se incrementó el comercio intrazonal. La dependencia de las naciones latinoamericanas de los mercados centrales europeos y norteamericanos era tan grande que antes del tratado de Montevideo no se aprovechaban ni siquiera las proximidades físicas o los complementos ecológicos. En los primeros diez años de asociación, el comercio mutuo pasó de mil millones de dólares a dos mil setecientos millones, pero, aún así, sólo representaba el 12,8% del comercio total de los países que la integraban. En cambio cuando nació la comunidad europea, el 42% del comercio de los países que la formaban ya era intrazonal **. En la tabla VII 1 se puede ver la evolución del comercio intrazonal y de los productos químicos en particular en los países que integran la Asociación.

Por otra parte, en asociaciones de este tipo se corre el riesgo de que dentro de ellas se cree, a su vez, un centro y una periferia. En Europa, el centro geográfico de la comunidad, la vieja Lotaringia***, se convirtió también en el centro económico del continente, prolongado al norte por el sud de Inglaterra y el sud de Escandinavia. Pero la parte no comunista del círculo que rodea a ese centro, desde Grecia hasta Laponia pasando por el mezzogiorno italiano, la España, Portugal e Irlanda, constituye una periferia con índices socio-económicos próximos

* Los pueblos que no tienen diseñadas utopías se inmovilizan o retroceden, Por otro lado, los saltos bruscos desde una realidad hacia una utopía sin soporte en aquella, suelen ser destructivos terminan con frecuencia en movimientos de retroceso. Parecería que solamente una utopía sistémica pudiese hacer avanzar

** M.A. García - artículos citados.

*** Expresión a mi juicio muy feliz usada por Paul Hanappe en su artículo "Strategies spatiales des firmes multinationales" Metra, VOL XIII, N°1 - París 1974.

TABLA VII-1 - COMERCIO ENTRE PAISES DE LA ASOCIACION LATINOAMERICANA DE LIBRE COMERCIO

A I S N	A O	1		2		$\frac{2(a)+2(b)}{1(a)+1(b)}$ %	3		4		$\frac{4(a)+4(b)}{3(a)+3(b)}$ %
		COMERCIO TOTAL		COMERCIO INTRAZONAL (ALALC)			COMERCIO TOTAL PRODUCTOS QUIMICOS		COMERCIO INTRAZONAL PRODUCTOS QUIMICOS (ALALC)		
		(a) IMPORTACION	(b) EXPORTACION	(a) IMPORTACION	(b) EXPORTACION		(a) IMPORTACION	(b) EXPORTACION	(a) IMPORTACION	(b) EXPORTACION	
Argentina	62	1.356,5	1.216,0	103,2	141,4	9,5	81,2	127,9	2,7	5,2	3,8
	72	1.904,7	1.941,1	373,1	484,1	22,3	285,7	72,0	13,3	33,3	13,0
Bolivia	67	151,0	166,3	17,6	9,6	8,6	12,5	4,4	1,5	0,01	8,9
	69	165,0	198,2	26,1	17,5	12,0	12,8	6,0	1,5	0,04	8,2
Brasil	62	1.486,8	1.214,0	128,6	75,8	7,6	162,5	13,7	5,9	0,8	3,8
	72	4.723,0	3.990,0	392,4	407,8	9,2	738,2	65,5	54,9 ¹	23,7 ¹	9,8
Colombia	62	540,3	463,4	12,5	7,3	2,0	84,0	1,2	2,1	0,6	3,2
	69	685,3	607,5	48,2	54,7	8,0	103,1	8,1	6,2	5,5	10,5
Chile	62	571,3	530,1	80,5	39,4	10,9	14,6	36,2 ²	2,3	4,5 ²	13,4
	69	907,1	1.075,6	217,1	114,1	16,7	91,9	29,2	10,1	5,7	13,0
Ecuador	62	97,1	117,4	3,9	6,1	4,7	3,0	1,4	-	0,9	20,5
	71	340,1	199,1	50,5	25,5	14,1	37,4	1,9	4,2	1,6	1,5
El Salvador	62	1.143,0	891,5	6,1	16,7	1,1	175,2	32,8	3,0	2,8	2,8
	72	2.900,0	1.825,0	119,8	147,5	5,7	408,3	113,4	14,1	28,7	8,2
Guatemala	62	40,0	33,5	6,1	10,9	23,1	1,6	3,6	1,0	0,1	21,1
	72	69,8	86,2	23,5	20,6	28,3	3,6	2,4	1,1	0,1	20,0
Honduras	62	536,9	540,0	45,2	48,8	8,7	52,5	2,7	0,9	0,6	2,7
	70	621,8	1.047,8	105,6	63,5	10,1	74,8	3,3	4,3	1,6	7,6
Paraguay	62	230,5	153,4	34,0	8,0	10,9	6,0	0,07	2,1	0,01	34,8
	72	187,0	214,0	70,4	26,6	24,2	34,7	0,3	1,8 ³	1,4	9,1
Peru	67	1.343,1	3.112,0	35,0	145,0	4,0	131,0	6,5	2,7	0,1	2,0
	69	1.754,0	3.112,6	61,4	167,7	4,7	156,7	4,3	4,4	0,9	3,3

Notas: -Estadísticas de ALALC, OEA y N.U.

-La Industria Química Latinoamericana - CEPAL - 1966

-Trabajos presentados al IV Congreso Latinoamericano de Ingeniería

-Química - Buenos Aires - 1969

-Estadísticas de Convenio Exterior de los gobiernos de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú, Uruguay y Paraguay.

Datos de 1973.

Incluye las exportaciones de salitre.

Las estadísticas incluyen algunos productos químicos en el rubro materias primas.

a los de algunos países del tercer mundo y sirve como reservorio de mano de obra barata al centro.

Una prematura comunidad latinoamericana podría originar situaciones similares, pero posiblemente aquí el centro "sistémico" no coincidiría con el centro geográfico. El poder se acumularía en las zonas de los viejos puertos de intercambio y seguiría dejando vacío el gran espacio interior. Todavía hoy la Argentina comercia con el Perú mediante barcos que dan la vuelta por el estrecho de Magallanes. Productos de Salta y de Jujuy, en el norte de la Argentina, recorren casi dos mil kilómetros para recién ser embarcados en Buenos Aires, llegar a El Callao y por tierra nuevamente alcanzar el Cuzco, por ejemplo, que, a vuelo de pájaro, está a sólo 1400 km. de Salta.

Comentando estos aspectos, un articulista argentino* dice que "ese camino pone al producto argentino a la misma distancia que un norteamericano que salga del puerto de San Francisco" y agrega que "el problema puede resolverse construyendo o mejorando caminos y vías férreas, pero éstos serán subutilizados mientras no se "llenen" los vacíos intermedios, correspondientes a las regiones interiores continentales de cada país, y se implemente a la vez un comercio internacional terrestre mínimamente significativo."

La utopía del mercado común latino americano no parece surgir de un análisis sistémico previo profundo. Como bien señala Tenière Buchot**, "la honestidad de un análisis de sistemas se mide en su planteo inicial. La delimitación del sistema, es decir, el enunciado de las variables retenidas, tanto cuantitativas como cualitativas, es esencial en el proceso. El resto no es sino cálculo susceptible de verificación".

Siguiendo el mismo pensamiento en materia política, considerar que la decisión consiste en aplicar la solución a la cual conducen los cálculos es tomar el problema al revés. Lo que pueden hacer los cálculos es suministrar los argumentos

* M.A. García -artículos citados.

** Pierre F. Teniere Buchot "Perspectives de la Theorie des Systèmes et de l'informatique dans la prise de decisión politique". *Arts et Manufactures*. París N° 244 - octubre 1973 - pág. 19

para reforzar o desechar una intención voluntaria".

En las ideas de integración latinoamericana se percibe justamente la presencia exclusiva de la preocupación por el *cuánto* partiendo de un *cómo* (Tecnología) preexistente e inmodificable y sin preguntarse en ningún momento *para qué* ni *para quién*, es decir, desdeñando todo subjetivismo, dejando de lado todas las variables que califican la cuantificación y le asignan sus limitaciones y posibilidades sociales y humanas..

La asociación de libre comercio, al agrandar los espacios económicos latinoamericanos, debió haber verificado los postulados de las economías de escala. Sólo pudo comprobar, hasta ahora que manteniendo sus actuales escalas de producción los países latinoamericanos pueden beneficiarse incrementando el comercio entre ellos.

Los grandes espacios económicos por exigir precisamente tecnologías de gran escala, factor raro en los mercados tecnológicos y generalmente de apropiación monopólica u oligopólica, favorecen la actividad de los grandes consorcios transnacionales dotados de gran movilidad de capitales tanto financieros como tecnológicos.

La organización de la comunidad económica europea favoreció las inversiones de las corporaciones norteamericanas en esa zona, que pasaron de 637 millones de dólares en 1950 a 11.695 millones en 1970 *. La propia diplomacia americana, como lo señala Hanappe ** en acuerdo con los empresarios americanos, alentó y favoreció la puesta en marcha de ese mercado común.

El mismo articulista hace notar que la constitución de ese mercado "no originó en cambio un nuevo auge de firmas multinacionales europeas" habiéndose producido solamente concentraciones importantes en casi todas las ramas industriales, "pero casi siempre sobre una base nacional" que ha hecho que, en cada una de esas ramas se encuentren hoy en cada país de la comunidad, no más de tres firmas nacionales importantes y muchas veces una sola.

De igual modo , en la ALALC, la mayor parte del comercio intrazonal de productos -

* P. Hanappe - artículo citado

** Ibid

no tradicionales está en manos de empresas transnacionales establecidas en los países de la zona. De los seis acuerdos de complementación firmados a fines de 1968, tres por lo menos servían a grandes grupos internacionales que organizaron, gracias a esos acuerdos, sus filiales a la escala de todo el mercado latinoamericano*

La organización transnacional, en lo que se refiere a factores de localización de las instalaciones productivas, no obedece al criterio de buscar un compromiso óptimo entre los mismos. Prefiere plantas múltiples, cada una de ellas especializada en una serie de operaciones particulares.** Contradice así, en parte, el supuesto de que los grandes espacios aprovechan mejor la economía de escala, aunque consigue disminuir los riesgos de las nacionalizaciones (cada país guarda sólo un pedazo de la tecnología que por sí sola no sirve de mucho) y puede "buscar óptimos parciales (de localización) en función de las economías externas más sensibles a una u otra serie de operaciones". Así "para el montaje en serie, se buscará una región con bajo costo de mano de obra - sin que la decisión se vea afectada por la débil calificación de esa mano de obra o por la excentricidad de la región". En cambio, las operaciones "sensibles a las economías de los costos de transporte y que requieran relativamente menos mano de obra, serán efectuadas en los nudos de comunicaciones."

Ese tipo de organización, que aprovecha bien las economías externas existentes contribuye mucho menos a generarlas. Su especialización entrañará un aporte mínimo a "la diversificación y al enriquecimiento del tejido industrial local" si una zona ha sido elegida porque en ella se encontraba un determinado tipo - de mano de obra, la mayor parte de los empleos creados serán de ese tipo y los efectos favorables a la región que resultarían de la aparición y formación de nuevos tipos de calificación serán débiles.

La visión econometrista que ha presidido los intentos de integración latinoamericana no ha querido ver que los grandes espacios favorecen primero a quienes mejor saben manejarlos y a quienes tienen mayores recursos para una gestión a esa

* D.C. Lambert y J.M. Martin - L'Amerique Latine economies et sociétés - Armand Colin- París 1971 - pág. 366

** P. Hanappe - artículo citado - En todo este párrafo y el siguiente seguimos de cerca las ideas de este autor.

escala. En ese sentido, las empresas transnacionales saben más y pueden más que los estados latinoamericanos.

Esa misma visión tampoco ha dejado ver los factores psico-sociales y culturales involucrados en la integración. Para que un país pueda integrarse con otro necesita primero estar integrado consigo mismo. Solamente entonces puede dar y recibir. Nadie arroja su propio espacio dentro de otro mayor sin antes estar seguro de haberlo llenado y de gobernarlo efectivamente. Y aún entonces, los objetivos comunes deben coincidir con los objetivos nacionales. En América Latina todavía hay muchos espacios vacíos y los objetivos son divergentes porque también son muy distintos los grados de desarrollo alcanzados y la evolución histórica experimentada.

La falta de integración con ellas mismas dificultó también las relaciones de las distintas unidades políticas con la mayor potencia militar, industrial, comercial y financiera del mundo, asentada en territorio americano. Es que los Estados Unidos mismos no han terminado de conocerse; oscilan entre la introversión arcaica y la extroversión jupiteriana, pero siempre pretendiendo asumir la jefatura de las otras familias americanas a las que quisieron organizar en clan alrededor de sus propios totem

Con garrote, con buenas vecindades o con nuevos diálogos se quiso siempre usar la fuerza de trabajo y los recursos de las familias subordinadas para enriquecer la casa patriarcal a cambio de una supuesta protección. Por su parte, los integrantes del clan por falta de una madura identificación consigo mismos no asumían la búsqueda propia y diversificada de la satisfacción de sus necesidades y esperaban que el "papá" diera sin pedir.

Cada núcleo, sumido en su Edipo, desconfía del otro y quiere acaparar los favores del padre. Este, inmaduro también, fomenta ese tipo de relaciones y con ellas la dependencia, que terminará siendo una carga para su propia madurez y sólo beneficiará quizás, a aquellos para quienes el espacio económico no se identifica con ningún espacio político.... ni de afectos.

* Al pasar, vale la pena anotar que la palabra "totems" ha sido tomada de una lengua indígena de la América del Norte.

Cuando el padre quiere proteger a su familia más íntima, al núcleo que realmente depende de él y toma medidas que afectan a los núcleos periféricos dependientes, éstos gritan y protestan. Pero a su vez, los intentos de independencia son reprimidos y las posibilidades de una relación madura entre pares, que no tienen por que tener todos la misma cantidad de dinero en los bolsillos, se esfuman una y otra vez.

El informe Linowitz **reconoce claramente esta situación. Vale la pena reproducir algunas de sus " direcciones para el futuro". "Debemos basar nuestras acciones futuras en la aceptación de que los países de América Latina y del Caribe no son nuestra esfera de influencia, susceptible de ser aislada de las relaciones extra-hemisféricas".

"Debemos aceptar también que las naciones de la región no son homogéneas. Son diversas, con diferentes metas y características, y se encuentran en niveles distintos de desarrollo. No son, ni necesitan ser, réplicas de nuestro país, ni necesitan nuestra tutela. Son naciones soberanas, capaces y ansiosas de actuar independientemente, pero cuyos intereses para forjar soluciones constructivas a los problemas regionales frecuentemente coincidirán con los nuestros".

"Nuestras preocupaciones mutuas en el hemisferio se concentran no en la seguridad militar, sino más bien en las cuestiones críticas de la seguridad económica y política en un mundo incierto. El crecimiento de nuestras economías, el bienestar de nuestros ciudadanos, la coherencia de nuestras sociedades y la protección de nuestras libertades individuales, son las notas que compartimos y que, reconocemos, no pueden ser alcanzadas aisladamente o a expensas de nuestros vecinos"

"El enfoque que sugerimos se basa en la propuesta de que Estados Unidos no puede abandonar, ni explotar, ni ser condescendiente con sus vecinos en el hemisferio. Se basa también en la proposición de que la justicia y el decoro, y no las disparidades de poder o riqueza, deben ser las fuerzas que nos guíen en las relaciones emisféricas. Tanto el interés propio como nuestros valores fundamentales requieren que alimentemos nuestros intereses comunes y lazos históricos con el resto de América y que ayudemos a construir una estructura de relaciones internacionales más

* Ver nota ** cap.V pág. 285

equitativa y mutuamente beneficiosa". El informe parece proponer una fórmula de independencia con interrelación. Pero las actitudes paternalistas están tan fuertemente ancladas en todos los planos de la personalidad americana, que el propio informe que se rebela contra ellas, las deja deslizar en otra parte cuando recomienda, por ejemplo, a los Estados Unidos otorgar condescendentemente preferencias arancelarias a los otros países aunque ellas afecten la economía interna del país del norte y lo obliguen a adoptar medidas de ayuda extraordinarias para las empresas norteamericanas perjudicadas y para los trabajadores que quedarían sin empleo a raíz de esas medidas.*

Todavía queda mucho por estudiar sobre las relaciones y las integraciones entre espacios nacionales y supranacionales. No obstante parecería que en el campo social, a semejanza del individual, los flujos masivos con el exterior, aún cuando no tengan una intención dominadora manifiesta, ávasallan la personalidad particular de cada país y obstaculizan la maduración y el afianzamiento de objetivos propios, al dificultar el repliegue hacia adentro que esa maduración y ese afianzamiento exigen.

Afortunadamente, parecerían estar surgiendo nuevas formas de cooperación, que más que el intercambio de flujos o la integración de espacios todavía no dominados nacionalmente, buscarían crear herramientas cooperativas para la utilización efectiva y eficiente de esos espacios. La formación de la flota mercante multinacional del Caribe se situaría dentro de ese tipo de proyectos.

* Véanse los puntos sobre preferencias arancelarias y ayuda para el ajuste interno en el capítulo V, Relaciones Económicas, del informe citado.

ES POSIBLE UNA INGENIERIA O UNA CONSULTORIA MULTINACIONAL LATINO-AMERICANA PARA INDUSTRIAS DE PROCESO?

La industria de procesos latinoamericana presenta algunos rasgos comunes que varían poco de un país a otro, alrededor de sus características promedio.

Entre esos rasgos, se pueden mencionar los siguientes:

- a) es pequeño el efecto de arrastre que esta industria tiene sobre la de bienes de capital, por que la mayor parte de las instalaciones se compran "llave en mano" con el total o la parte más importante de los equipos importados.
- b) no se coordina la evolución de las industrias que fabrican productos básicos e intermedios con la producción de bienes finales de consumo, por lo que muchas de ellas trabajan largos períodos por debajo de su capacidad nominal.
- c) la tecnología, o sea el conocimiento del proceso y la ingeniería básica, se importa en casi todos los casos; aún en aquellos proyectos cuya ingeniería de detalle y construcción se realizan localmente.

Este sector tiene una participación muy importante en la estructura industrial latinoamericana, sobre todo por la presencia en el mismo de las industrias alimentarias transformadoras de los productos del agro. Pero si sólo consideramos caucho, productos químicos y derivados del petróleo, los índices de contribución bajan mucho en general y tanto más cuanto menos desarrollado está el país (ver cuadro VII-2)

La industrialización latinoamericana está generando, por consiguiente, una demanda considerable sobre la ingeniería de procesos. Ya vimos como se satisface esa demanda en México y en Argentina. Estudios hechos en 1972 por la Junta del Acuerdo de Cartagena mostraban que en los países del pacto andino la participación de la ingeniería local en los proyectos de la subregión era muy baja en la ingeniería de detalle y menos significativa aún en la ingeniería básica.

La participación en la ingeniería de detalle apenas alcanzaba un 10% en Perú, llegaba a 20 % en Ecuador y se elevaba a 50% en Chile donde, en ese momento, las empresas y organismos del Estado preferían ejecutarla por sí mismos, utilizando su propio personal de ingeniería.

CUADRO VII-2 - PARTICIPACION DE LAS INDUSTRIAS DE PROCESO EN LA ESTRUCTURA INDUSTRIAL
LATINOAMERICANA

PAISES	Total de industrias de proceso ¹	Caucho, productos químicos y deriva dos del petróleo solamente
	%	%
Argentina	37,2	15,7
Bolivia	61,0 ²	4,8
Brasil	40,1	20,1
Colombia	54,1	16,2
Chile	36,6	12,2
Ecuador	61,9	8,1
Paraguay	61,1	12,7
Perú	42,7	6,0
Uruguay	57,5	15,5
Venezuela	62,1	23,0
Costa Rica	76,7	8,0
Rep. Dominicana	83,5	5,1
Guatemala	64,4	6,3
Haití	56,6	1,1
Nicaragua	68,8	13,0
México	54,9	21,2

Fuente: D.C. Lambert y J.M. Martin. L'Amérique Latine: économies et sociétés. Colin
París, 1971, pág. 318, tabla 35

¹ Se incluye alimentación, bebidas, tabaco, papel, cueros y pieles, caucho, productos químicos y derivados del petróleo. No se pudo incluir la producción de metales por que la mayor parte de las estadísticas los reúnen con la fabricación de productos - metálicos

² No incluye papel que en este caso se ha unido a imprenta.

La demanda total de servicios de ingeniería en la región andina era evaluada en 53 millones de dólares anuales y se calculaba que se elevaría a 100 millones en 1975 para sobrepasar los 150 millones en 1980.

Venezuela solamente planearía invertir entre 1975 y 1980 alrededor de 1.000 millones de dólares en petroquímica, lo que significaría una demanda equivalente de ingeniería del orden de los 100 millones de igual moneda en igual período.*

También a nivel regional aparecen círculos viciosos similares a los que se mostraron al estudiar en detalle México y la Argentina.

a) no se desarrollaría tecnología en la región porque los recursos para inversión son escasos y no habría acumulación de capital a un ritmo más acelerado porque no hay innovación tecnológica.

b) no se formarían grandes firmas nacionales de ingeniería porque no hay suficiente demanda y los grandes proyectos se seguirían contratando afuera porque no se organiza una oferta interna adecuada.

En el primer razonamiento no se tiene en cuenta que buena parte de los excedentes financieros latinoamericanos emigran de la región por razones económicas y psicológicas. Entre 1952 y 1961, el total de capitales privados enviado al exterior desde América Latina ha sido registrado públicamente como de 576 millones de dólares. Si se agregan los capitales transferidos secretamente, se obtiene una cifra estimada en tres mil millones de igual moneda.**

Además, un estudio realizado en 1969 mostraba que, para el conjunto de América Latina, si el monto de los préstamos nuevos se mantenía al nivel de los años 1965/67 los servicios, que en ese período, llegaban a 87% de los montos de los préstamos nuevos, alcanzarían 130% de su valor en 1977 ***

* Recuérdese que cada 10 millones de dólares de demanda anual de ingeniería significa el trabajo de aproximadamente 500 personas (200 ingenieros y 300 técnicos). El cálculo se basa sobre un precio de venta de 10 dólares la hora hombre, dos mil horas hombre disponibles por persona y por año y una composición aproximada de los grupos de trabajo de 1,5 técnicos por cada ingeniero

** De un informe del Fondo Monetario Internacional y el comentario que de él realiza el diario Le Monde de París, del 19/3/64 - pág. 20.

*** Le monde Hebdomadaire, París, N° 1101, pág. 11

El segundo razonamiento no considera que buena parte de los proyectos se dan afuera por razones de dependencia directa (filial-matriz), de dependencia indirecta (préstamos ligados), de dependencia cultural, o de problemas psicológicos asociados al riesgo.

Evidentemente América Latina necesita instalar capacidad en ingeniería y consultoría, y frente a la magnitud de la demanda probable y la experiencia acumulada en algunos países del área, podemos preguntarnos si es posible armar, para la industria de procesos un consorcio latinoamericano de ingeniería o de consultoría, o de ambos servicios. Yo pienso que, aunque fuese posible, no resultaría ni conveniente ni necesario.

También en este caso el problema se presenta como una opción entre el trabajo a gran escala y las unidades de servicio nacionales más pequeñas. El primero aparentemente más económico, las segundas supuestamente más capaces de considerar en profundidad los aspectos políticos, económicos, sociales y culturales de cada proyecto.

Aunque los consorcios de ingeniería y/o consultoría latinoamericanos se constituyesen como instrumentos multinacionales destinados a servir mejor el proceso de dominación de los respectivos espacios nacionales y no el de su fusión, les resultaría difícil eliminar de sus estructuras la tendencia imitativa que normalmente tomaría como modelo lo más grande de la zona, lo que ya se habría desarrollado antes en ella. La diferencia entre una flota mercante multinacional y un consorcio de ingeniería o de consultoría multinacional estriba en que la primera constituye un instrumento comercial para un quehacer predefinido, predeterminado, mientras que el segundo es un instrumento para definir y determinar qué hacer y como hacerlo.

Además las trabas que aún se oponen a la rápida y libre circulación física y del pensamiento entre los países latinoamericanos dificultaría la consolidación de una empresa multinacional. Los países de América Latina se aferran a límites físicos y no delimitan funcionalmente las características de su que hacer nacional. Las fronteras encierran y asfixian; en cambio, los contornos funcionales, al concentrar energías, y definir una personalidad, reaseguran y permiten abrirse al mundo sin temor y perder la individualidad.

Entre la gran nación latinoamericana que en algún momento quiso ser y se quedó en utopía y lo que puede llegar a convertirse en un conjunto de átomos, atrapados cada

uno de ellos dentro de una configuración cristalizada, donde nadie puede saltar de un nivel a otro, sin entrar en colisión con el vecino, queda la opción, real y actual, de un sistema regional con subsistemas nacionales interrelacionados entre sí y con el exterior.

Conceptos de este tipo parecerían haber empezado a permear algunas superestructuras político-jurídicas latinoamericanas. Se está comenzando a hablar de un sistema Económico Latino Americano (SELA) que debería ser considerado como un complejo conjunto de naciones independientes, de desigual desarrollo y profundamente interconectadas. Esta idea parecería apartarse bastante en las clásicas organizaciones, asociaciones o comunidades interamericanas. Para realizar un verdadero enfoque sistémico latinoamericano habría que: a) estudiar los elementos que componen el sistema y sus influencias recíprocas b) fijar objetivos para su evolución, teniendo en cuenta la diversidad y el conflicto y c) diseñar instrumentos nacionales multinacionales para lograr esos objetivos.

Los mecanismos que se pusieran en marcha deberían ser capaces de darse a sí mismos un profundo contenido social poniendo simultáneamente a los individuos como centro de las decisiones. Lamentablemente muchos de los elementos que integran el sistema latino americano siguen preocupándose solamente por el crecimiento del producto bruto, cuando no son decididamente elitistas, represivos y prejuiciosos. Ellos seguirán dando combate para mantenerse como establecimientos en conservación en lugar de convertirse en sistemas en evolución.

En ese contexto, en vez de organizaciones multinacionales de ingeniería o de consultoría, preferiría crear organismos nacionales capaces de desarrollar en cada subsistema del sistema regional la aptitud para captar la realidad interior y exterior, de manera que cada uno perciba su capacidad intrínseca y llegue a identificarse con una sociedad y su suelo, sin por eso establecer relaciones dependientes con ellos ni sentirse en hostilidad con los terceros que tienen una sociedad diferente y un suelo distinto.

Bolivia, por ejemplo, necesita resolver su propia ecuación gas-petróleo. Si bien podría apoyarse en la experiencia de explotación argentina, brasileña o mexicana, no puede sino ella sola, decidir primero que va a hacer con ese gas y ese petróleo. ¿Quiere reemplazar en todo su territorio las velas, los faroles de kerosene o las estrellas por iluminación obtenida con electricidad generada térmicamente? ¿Quiere

también llevar a todas partes la comodidad del fuego que surge del robinete y reservar sus maderas para otros usos? ¿Quiere exportar la riqueza de su subsuelo como materia prima, recibir divisas a cambio de ella y con esas divisas adquirir otros -satisfactores? ¿O prefiere generar esas divisas compitiendo con productos resultantes de plantas petroquímicas que efectuarían en su propio territorio la transformación de los recursos petrolíferos y gasíferos? ¿O puede hacer lo uno y otro, sin comprometer demasiado el futuro, reemplazando las reservas energéticas que agota por las reservas monetarias que forma para cuando tenga que comprar las usinas de fisión y quizás de fusión, nuclear?

Nadie podría sentir estos problemas mejor que aquellos bolivianos honestamente preocupados por la evolución de su país. Ellos deberían organizar sus proyectos seleccionando la tecnología más adecuada. Luego podrían recurrir a una ingeniería externa, si la proyección de su demanda no justificase la creación de grandes núcleos internos, para satisfacer los picos que significarían esos proyectos.

Esa ingeniería externa evidentemente podría ser multinacional, pero habría que estudiar bien a fondo si realmente conviene organizar una gran empresa latinoamericana que entre 1975 y 1980 debería manejar un plantel técnico aproximadamente tres veces mayor que el de la mayor de las empresas mexicanas descritas y quince veces mayor que el de la mayor de las empresas argentinas incluidas en este estudio para hacer frente parcialmente a la demanda prevista.

Mi experiencia me alerta sobre los lazos de dependencia unívocos que suelen establecerse cuando hay que manejar dotaciones de personal tan grandes desde un cerebro central (ubicado donde?). Prefiero los canales de intercambio biunívocos que pueden crearse entre grupos nacionales autónomos. En los primeros, las vías se congestionan enseguida porque las recorren hasta las decisiones menores y rápidamente los mensajes se vuelven confusos, lentos, torpes. En cambio, los segundos sólo serían utilizados para las decisiones mayores, para aquellos mensajes que realmente necesitasen atravesar los límites de funcionalidad local que previamente cada subsistema habría fijado.

En el razonamiento hipotético que se ha venido usando como ejemplo, cuando Bolivia decidiese confiar en el exterior la ingeniería de sus destilerías o de sus plantas termoeléctricas o de sus sistemas de distribución de gas, podrían competir por ella

firmas brasileñas, argentinas y mexicanas y más adelante, también peruanas, venezolanas, ó colombianas. Cada una de ellas podría presentarse aisladamente estableciendo alianzas temporarias entre sí o con empresas extrazonales, en función del potencial de oferta y de demanda de cada momento en sus respectivos países, en el área y en el mundo.

Y aún así, en los trabajos a realizar por una firma o grupo de firmas externas deberían participar siempre los recursos humanos en ingeniería, economía, sociología, psicología, etc. de que disponga el país contratante. Generalmente no es conocimiento lo que suele faltar en los países de menor desarrollo relativo, sino capacidad para organizarlo y utilizarlo. Esto es lo que fundamentalmente debería aportar la organización externa.

El problema de participación nacional no podrá ser descuidado en ningún futuro intento de cooperación técnica latinoamericana. No bien los habitantes de un país tienen acceso a los satisfactores elementales del existir, comienzan a sentir intensamente tanto la necesidad de gozar de autonomía en la acción, en el sentimiento, y en el pensamiento, como la de participar en la vida política, económica y social.

La participación es tanto más fácil de realizar cuanto más pequeñas son las unidades de administración o de gestión. Existían menos obstáculos para la participación en la polis ateniense que en los Estados Unidos capitalistas o en la Rusia soviética. Por algo Barbados quiso ser independiente, Cataluña y el País Vasco quieren manejarse solos, Irlanda se rebela contra la corona inglesa y cada una de las Guayanas hace "rancho aparte"

No obstante muchas de esas unidades socio-culturales, no bien acceden a la independencia formal, comienzan a anudar lazos externos que, más que conectarlas con otras unidades, las atan y les impiden asumir su yo auténtico. Parece que se asustan de tener un país muy chico y muy pocos habitantes. Un sentimiento falso, que asocia lo pequeño con lo infantil, parecería empujarlos a la formación de mercados más grandes dividiéndose el trabajo de abastecerlo: cada una haría así una parte a lo grande y no todas, todo a lo chico. Pero eso obliga, en cierta forma, a que todos vivan de la misma manera.

¿Porqué una isla como Trinidad tendría que abandonar una existencia que rima con calipso para adoptar la cadencia opresiva de las líneas de producción -

diseñadas según modelos cuestionados, pero todavía muy en boga y prácticamente normativos, en los trabajos de ingeniería standard?

¿Por qué debería reemplazar Martinica el olor de las proteínas de pescado y del aceite de coco por el de los hidrocarburos o el del cloro?

Muchas evidencias acumuladas muestran que la industrialización con tecnologías modernas, de punta, no asegura siempre ni el pleno empleo ni el acceso de *todos* a los satisfactores mínimos del existir. Tampoco contribuye mucho a una distribución más igualitaria de la riqueza que genera. El bienestar económico y social de la población de un espacio político -geográfico dado tiene mucho que ver con "*cuánto*" y "*que*" se produce, está mucho menos ligado al "*como*" y depende fundamentalmente del "*para qué*" y "*para quién*"

Cada país debería afianzarse en su personalidad interconectándose al mismo tiempo resistivamente con todos los otros en una relación tal que tomase todo lo necesario y también algo de lo apatecible, de los otros, ofreciendo a su vez lo autóctono, lo propio que los demás necesitasen o quisiesen adquirir. Lo que cada uno necesitara o deseara tomar de los otros podría adquirirlo directamente o bien producirlo en su país, inventando, si fuera conveniente, una tecnología para hacerlo en una escala diez o cien veces menor que la original. De la misma manera, tal vez debería crear una tecnología para una escala diez o cien veces mayor que la externa, en aquellos sectores de producción propia particularmente abundantes.

Los pantalones "vaquero" se seguirían imponiendo en todas partes porque parecería que la juventud siente que interpretan su manera de querer vestir, pero no reemplazarían al "short" en las islas tropicales. En cambio las vestimentas del Caribe podrían invadir las playas de los países templados..

Cuando grandes obras hidroeléctricas como Corpus o Yaciretá van a incrementar la oferta de electricidad, la florida y pequeña Asunción del Paraguay está reemplazando los tranvías, que no contaminan el aire y que no hacen mucho ruido cuando están bien mantenidos., por ómnibus tragadores de nafta y vomitadores de gases, cuando no de hollín. ¿ No habría sido mejor que desarrollen un estilo propio de diseño y de mantenimiento de los tranvías haciéndolos, por ejemplo, más abiertos para mayor comodidad en un clima muy cálido?. O quizás, al revés, ¿ cerrándolos más y dotándolos de aire acondicionado?. Lo importante es que la solución, cuales

quiera que sea, se piense en función de las condiciones y las características locales.

Cuando los países aprendan a darse a sí mismos lo que exige su auténtico ser nacional, podrán ofrecer muchas más cosas a los demás. En el supuesto comentando, otras ciudades latinoamericanas pequeñas podrían seguir el ejemplo asunción y si no les conviniera fabricar los motores y los engranajes para los tranvías los comprarían en Brasil o en la Argentina o quizás en el propio Paraguay que habría desarrollado industrias electromecánicas apropiadas para mantener su parque tranviario.

Se pueden recoger en latinoamérica otros ejemplos de acciones probables similares a la mencionada. En el mismo Paraguay sin dejar de importar los antibióticos más recientes, ni los corticoides más perfeccionados que hicieran falta, se podría desarrollar el conocimiento por ahora empírico, tradicional y artesanal, de "la viejita de la feria de yuyos" hasta convertirlo en una pequeña industria que ponga las virtudes del poleo, del yagareté-caá (carqueja) o de la marcela en las estanterías del país.

Muchos vendrían entonces desde afuera a buscar el producto o el conocimiento para integrar y perfeccionar una medicina demasiado científicista y unidimensional que confunde muchas veces el reactor biológico con el aparato de laboratorio, despreciando todo lo que en el primero no sea susceptible de ser cuantificado.

En Perú una bebida a base de yerbas indígenas no sólo está conquistando el mercado interno, sino que la empiezan a pedir los países vecinos.

Pero las actitudes de este tipo no son muy frecuentes. Además de las trabas que oponen los intereses afectados y de las inhibiciones que provocan los conceptos económicos y científicos tradicionales, parecería existir un temor generalizado que está dificultando que cada sistema nacional se redescubra a sí mismo para aceptarse tal como es. Quizás porque descubrirlo es también desnudarse, es enfrentar la verdad para revalorizar lo que cada uno es, lo que a cada uno le ha sido dado, ofreciéndose así a los otros para aceptarlos, a su vez, con lo que cada uno de ellos tiene y tal como son.

Algunas empresas de ingeniería transnacionales incluyen entre los requisitos de capacitación para proyectos que toman en terceros países un entrenamiento adecuado de los ingenieros y técnicos que van a enviar desde fuera de los mismos, en el idioma y las costumbres del país huésped. *. Es esta una iniciativa plausible siempre que no conduzca a un entrenamiento meramente anecdótico y formal sino que sea capaz de penetrar en los planos profundos de lo social, lo antropológico, lo cultural y lo psicológico. Una cosa es contar que los hindúes no comen carne de vaca y otra analizar los modos de producción, las relaciones de producción y la evolución socio-cultural que generaron la costumbre y la creencia sobre la cual esa costumbre se asienta.

Los cursos de formación mencionados deberían estar a cargo de nativos muy capacitados del lugar donde se realizarán los trabajos o de estudiosos que desde algunas universidades de otros países suelen ocuparse en detalle de los problemas sociales, culturales y económicos de terceros.

Se cita el caso de una empresa estatal de siderurgia en un país norafricano que** para entrenar a su departamento de ingeniería intentó actuar como subcontratista de su propio contratista principal responsable de los trabajos. Los ingenieros de este último daban instrucciones básicas y verificaban los cálculos de los ingenieros locales, pero se mostraban reticentes en cuanto a revelar métodos de trabajo a quienes consideraban como competidores potenciales. Además se alargaba el tiempo de trabajo por la circulación de los diseños y los cálculos entre las dos organizaciones.

Esa misma empresa ensayó otro procedimiento para formar a su personal de ingeniería que consistió en convenir con otro de sus contratistas extranjeros la participación de los ingenieros y técnicos de la empresa en el diseño y cálculo de las instalaciones que debían realizarse en las oficinas centrales de la empresa externa. Esto también originó dificultades en términos de costo y velocidad de ejecución

* Una empresa transnacional que opera en México declaraba realizar este tipo de entrenamiento en forma habitual para todos sus proyectos, Véase la Memoria del I Congreso de la Asociación Nacional de Firmas de Ingeniería-México - 1971 Pág. 177

** Este ejemplo y el siguiente son narrados por J. Perrin en "Design engineering and the mastery of Knowledge for the accumulation of capital in developing countries" (mimeografiado) IREP. Grenoble, Setiembre, 1971, pág. 5

del proyecto .Parecería existir incompatibilidad entre los requerimientos económicos de la realización y las necesidades sociopsicológicas del entrenamiento.

El proceso de aprendizaje nacional hasta conseguir el dominio de la ingeniería y la consultoría necesita contar con dos elementos básicos:

- a) una Universidad que, en función de la sociedad y la economía locales, almacene y transmita el conocimiento universal. Desde la historia de las religiones hasta la física nuclear. Para seguir con el ejemplo que se ha venido desarrollando, a Bolivia quizás le bastaría con tener una sola cátedra sobre el primer tema y también un centro único de enseñanza de la segunda. En cambio la cinética físicoquímica, que tanta importancia tiene para manejar los procesos químicos y petroquímicos, convendría tal vez que fuese enseñada, investigada, y estudiada en varios lugares del territorio boliviano.
- b) un conjunto de centros de estudios sectoriales que: a) actúen como organismos consultores del gobierno y de empresas para organizar los proyectos nacionales; b) se apoyen sobre la ingeniería y la consultoría existentes si las hubiere, promoviendo su desarrollo y fortalecimiento, o que planifiquen su formación, en caso contrario;; c) capten toda la información y la ayuda tecnológicas que fuese necesario recibir desde los otros subsistemas nacionales de la región y del mundo.

Estos instrumentos básicos deberían permitir formar localmente el capital tecnológico que constituye el recurso actualmente más escaso y el más importante para la implantación y desarrollo de una industria nacional de procesos.

"Cuando un país comienza su industria petroquímica desde cero, el problema de la disponibilidad de personal experimentado se presenta en todos los niveles de habilidad" "La existencia de un sistema de educación técnica y superior capaz de proveer las necesarias habilidades en un país que piensa desarrollar una industria petroquímica no es un argumento académico". Los contratistas proveedores de plantas químicas y las firmas químicas que han participado en proyectos conjuntos (en esos países) han sufrido consecuencias serias a raíz de esa falta de personal entrenado"*

* B. Achilladelis - Emerging changes in the petrochemical industry: an overview OECD - Paris - Noviembre 1974, pág. 7

Si además de las razones socio-económicas apuntadas a lo largo de este trabajo, tenemos en cuenta que:

- la construcción de una planta de industria de proceso relativamente importante lleva un promedio de tres a cuatro años.
- la organización del conocimiento y los trabajos de ingeniería previos de cada proyecto pueden exigir de uno a dos años.
- la formación de recursos humanos es un proceso aún más lento.
- la oferta de ingeniería externa puede enrarecerse *

Es urgente que los países latinoamericanos comiencen a formar o expandir sus grupos nacionales de ingeniería y de consultoría en este campo. A través de la consultoría deben comenzar por poder decir a los grupos externos, Poseedores del *saber como hacer* que es lo que quieren hacer. Por medio de los grupos de ingeniería deben capacitarse luego para utilizar el conocimiento que los grupos externos suministren y afianzados en ambas tareas podrán ir pasando al desarrollo de tecnologías propias.

También en el terreno de la creación de conocimientos tecnológicos el poner énfasis en un trabajo nacional ni excluye la coordinación de esfuerzos a nivel regional, ni obliga a pensar en estructuras multinacionales. Si en Argentina funcionase a satisfacción una fábrica de tecnologías alimentarias, no habría por qué repetir en Brasil las mismas líneas de investigación, ni tampoco pensar en un instituto único para toda latinoamérica formado alrededor del núcleo argentino. Si se lograra organizar una fábrica de tecnología en Bolivia alrededor de la metalurgia del estaño, se podría armar otra sobre el zinc en Perú y otra sobre el cobre en Chile. Si, por otra parte, Argentina forma excelentes físicos metalurgistas, éstos podrían colaborar en los centros de investigación mencionados.

* El trabajo citado en la nota anterior estimaba que las plantas de destilación de petróleo, de licuación de gas y petroquímicas, cuya construcción que rían encarar los países petroleros del Medio Oriente entre 1975 y 1980, bastarían para cubrir la oferta de los contratistas de ese tipo de plantas durante todo ese tiempo. Las inversiones previstas serían del orden de 15 mil millones de dólares.

En lugar de pensar estructuras gigantes para la creación de conocimientos - tecnológicos, sería mucho más útil agilizar y aligerar las estructuras existentes, fluidificar las comunicaciones entre ellas*, hacerlas capaces de penetrar en la sociedad y de dejarse permear por ella cuando fuese necesario, crear otras estructuras suplementarias igualmente ágiles, ligeras, penetrantes y permeables.

La consultoría e ingeniería nacionales deberían constituir el vínculo entre la creación local, regional y universal de conocimientos y la producción interna de bienes y servicios. Para ello necesitan ser independientes y a la vez interrelacionarse con las organizaciones de los otros sistemas nacionales del área y también con los grupos similares de terceros países, tanto de los más industrializados como de los pertenecientes a otras áreas en desarrollo.

Una ingeniería con raíces dobles, en lo nacional y en lo universal, quizás pueda dejar de servir a Thanatos y hacer realidad la expresión de anhelos con que comenzamos este trabajo. Hasta ahora, la mayoría de las realizaciones que se proyectaban hacia afuera de los límites de un sistema nacional entrañaban directa o solapadamente, inconsciente o voluntariamente, relaciones de sometimiento, de dependencia, de explotación entre sistemas. La idea subyacente en la propuesta de una ingeniería nacional independiente, pero interrelacionada, es la de reemplazar la relación dominante-dominado por una relación madura entre heterogéneos iguales.

* Fui testigo de un caso en que las comunicaciones latinoamericanas entre dos institutos de investigación tecnológica de naciones vecinas, para arreglar un programa de intercambio de investigadores, se efectuaba por vías triangulares a través de una organización internacional con sede en el otro extremo del continente.